MA2011-2

船 舶 事 故 調 査 報 告 書

平成２３年2月２５日

運 輸 安 全 委 員 会

（東京事案）

１　ケミカルタンカー三春丸貨物船新吉祥衝突

２　フェリーありあけ船体傾斜

（地方事務所事案）

仙台事務所

３　漁船第八大喜丸乗組員負傷

４　漁船恵比須丸乗組員死亡

横浜事務所

５　液体化学薬品ばら積船王和丸衝突（灯浮標）

６　水上オートバイＬＥ’ＶＥＮＴ４同乗者死亡

７　貨物船神海丸貨物船第三十一三晃丸衝突

８　水上オートバイパール１１水上オートバイしん衝突

９　漁船天救丸浸水

10　カヌー（船名なし）操船者死亡

神戸事務所

11　モーターボート王将モーターボートＨＡＭＡＫＩＹU衝突

12　引船港丸台船リース１０６号漁船明石丸衝突

13　石材運搬船第五金比羅丸乗揚

14　ケミカルタンカー第二十五伸興丸貨物船あさひふじ衝突

広島事務所

15　貨物船東福丸衝突（防波堤）

16　貨物船WEI LONGケミカルタンカー日誠丸衝突

17　貨物船CAPE ACACIA衝突（灯標）

18　ケミカルタンカー敬和丸貨物船第十五浜幸丸衝突

19　貨物船大王丸乗揚

20　貨物船第三共福丸乗揚

21　遊漁船うずしお丸モーターボート明紀丸衝突

22　遊漁船ファーストⅢモーターボート正洋丸衝突

23　旅客船ゆきひめ乗揚

24　遊漁船信成丸衝突（かき筏）

25　遊漁船光進丸のり養殖施設損傷

門司事務所

26　水上オートバイゴエモン水上オートバイＨ＆Ｓ衝突

長崎事務所

27　モーターボートＳｅａｈａｗｋ乗揚

28　漁船海幸丸乗組員死亡

那覇事務所

29　カヌー（船名なし）カヌー（船名なし）カヌー（船名なし）操船者死亡

本報告書の調査は、本件船舶事故に関し、運輸安全委員会設置法に基づき、運輸安全委員会により、船舶事故及び事故に伴い発生した被害の原因を究明し、事故の防止及び被害の軽減に寄与することを目的として行われたものであり、事故の責任を問うために行われたものではない。

運 輸 安 全 委 員 会
委 員 長　後　藤　昇　弘

≪参　考≫

本報告書本文中に用いる分析の結果を表す用語の取扱いについて

本報告書の本文中「３　分　析」に用いる分析の結果を表す用語は、次のとおりとする。

① 断定できる場合
・・・「認められる」

② 断定できないが、ほぼ間違いない場合
・・・「推定される」

③ 可能性が高い場合
・・・「考えられる」

④ 可能性がある場合
・・・「可能性が考えられる」
・・・「可能性があると考えられる」

２　フェリーありあけ船体傾斜

船舶事故調査報告書

船種船名　フェリー　ありあけ
船舶番号　１３４５９４
総トン数　７，９１０トン

事故種類　船体傾斜
発生日時　平成２１年１１月１３日　０５時０６分ごろ
発生場所　三重県紀宝町南東方沖（熊野灘）
　　鵜殿港東防波堤北灯台から真方位１１５．５°１４．０
　　海里付近
　（概位　北緯３３°３８．１′　東経１３６°１６．５′）

平成２３年２月３日
運輸安全委員会（海事部会）議決
委員長　後藤昇弘
委　員　横山鐵男（部会長）
委　員　山本哲也
委　員　石川敏行
委　員　根本美奈

目　次

１　船舶事故調査の経過

１．１　船舶事故の概要

フェリーありあけは、船長ほか２０人が乗り組み、乗客７人を乗せ、コンテナ１５０本などを積載して熊野灘を南西進中、平成２１年１１月１３日０５時０６分ごろ、船体が右舷側に大傾斜し、その後、三重県御浜町沖で座礁して横倒し状態となった。

乗客２人及び乗組員１人が負傷した。

１．２　船舶事故調査の概要

1.2.1　調査組織

運輸安全委員会は、平成２１年１１月１３日、本事故の調査を担当する主管調査官ほか船舶事故調査官４人を指名した。

1.2.2　調査の実施時期

平成２１年１１月１４日、１５日、１９日、２７日、１２月１５日、２４日、平成２２年2月２５日　現場調査及び口述聴取

平成２１年１１月２６日、１２月1日、１８日、２４日、平成２２年1月１５日、2月１２日、１７日、２４日、3月１０日、7月２日、５日、１０月２１日　口述聴取

平成２２年1月２０日、3月１５日、5月４日　現場調査

平成２２年2月３日、４日、4月１６日、5月２１日、6月２２日、7月２８日、8月3日、9月9日、１０月７日　回答書受領

1.2.3　調査の委託

本事故に関し、独立行政法人海上技術安全研究所に、フェリーありあけの船体傾斜及び荷崩れに関する調査を委託した。

1.2.4　事実情報の公表

平成２１年１２月１５日、平成２２年3月２４日、事実調査で得られた情報としてフェリーありあけの航跡等の事実を公表した。

1.2.5　原因関係者からの意見聴取

原因関係者から意見聴取を行った。

２　事実情報

２．１　事故の経過

2.1.1　口述による事故の経過

本事故が発生するまでの経過は、ありあけ（以下「本船」という。）の船長、乗組員、乗客、マルエーフェリー株式会社（以下「Ａ社」という。）の運航管理者及び日本通運株式会社（以下「Ｂ社」という。）の荷役監督者等の口述によれば、次のとおりであった。

(1)　出港に至るまでの経過

本船は、京浜港東京区、鹿児島県志布志市志布志港、鹿児島県奄美市名瀬港及び沖縄県那覇港間の定期航路に従事する貨客フェリーで、平成２１年１１月１１日０７時００分ごろ志布志港を出航し、翌１２日１０時１０分ごろ、京浜港東京区有明ふ頭に着岸した。

船長は、入手した気象庁の波浪予想図から、Ａ社の安全管理規程（運航基準）で定めた基準経路付近の熊野灘沖に、波高約５ｍの水域が発生することを知ったので、波高約４ｍと予想される紀伊半島寄りの熊野灘を航行することとした。また、熊野灘では追い波を受けて航行することとなるが、それまでの運航経験から、基準航行を中止する際のおおよその船体動揺として運航基準に定められている、７°以上の横揺れが生じることはないと予測した。

船長は、気象及び海象情報から、船体に大きなピッチング[*1]を生じることはないと思ったが、比較的動揺が大きい第一車両甲板（以下「Ｃ甲板」という。）の前部と後部に積載するシャーシ[*2]に、動揺対策を講じることとした。

Ａ社は、長年、有明ふ頭での荷役作業をＢ社に委託しており、いつものように本船の船長、一等航海士及び二等航海士並びにＢ社の荷役監督者及び荷役作業責任者が集まって荷役作業の打合せを行った。

そのとき、船長は、Ｃ甲板の最前列及び最後列に積載するシャーシには、固縛用チェーン２本を追加して固縛用チェーン６本（以下「６点取り」という。）で固縛し、その他の貨物については、いつものように固縛用チェーン４本（以下「４点取り」という。）などで固縛するように指示し

[*1]　「ピッチング」とは、船体の重心を通る水平な船横方向軸回りの回転運動（縦揺れ）をいう。
[*2]　「シャーシ」とは、けん引車に連結し、主に貨物を載せて走行する荷台車をいう。

た。

荷役監督者及び荷役作業責任者ほかＢ社の作業員６人並びにＢ社の下請け業者（以下「Ｃ社」という。）の作業員３１人は、船内作業指揮者である一等航海士の立ち会いの下、予定していたコンテナ１５０本、シャーシ４４台、重機６台、トラック６台、乗用車２６台などを積載し、船長の指示どおりに固縛した。

船長は、１５時ごろ、上京していた運航管理者とともに気象及び海象情報を改めて検討し、熊野灘を航行すること、及び運航基準で定めた発航中止基準の条件に達するおそれがないことを確認した。

(2)　出港から東京湾湾口付近までの経過

本船は、船長ほか２０人が乗り組み、乗客７人を乗せ、上記貨物を積載し、１７時１５分ごろ、左右のヒーリングタンク[*3]に搭載しているバラスト水[*4]の量がほぼ等しいうえに、ほとんど横傾斜がない状態で有明ふ頭を離れ、志布志港に向かった。

一等航海士は、出港作業が終了したところで、いつものように甲板長及び甲板部員とともに積載貨物の固縛状態を見て回り、固縛用チェーンに緩みがないことなどを確認したのち、昇橋して船長に異常がない旨を報告した。

(3)　東京湾湾口付近から２０時までの経過

船長は、１９時２０分ごろ浦賀水道南口沖で当直の一等航海士に操船を引き継ぎ、しばらく在橋して周囲の様子及び風速約１３～１５m/s の北東寄りの風が吹き、波高約２～２．５ｍの波が生じていることを確認したのち、神奈川県剱埼の沖を通過した頃、操舵室を離れて同室に隣接する自室に戻った。

一等航海士は、剱埼沖において、いつものようにフィンスタビライザ[*5]を船外に出して作動させた。

１９時３０分ごろ、船橋当直についていた甲板部員Ａは、安全管理規程（作業基準）に定められた船内巡視を行い、固縛用チェーンに緩みがないことなどを確認した。

(4)　２０時から２４時までの経過

[*3]　「ヒーリングタンク」とは、貨物の積込みにより生じた船体傾斜を直すために、船体中央部の舷側に設けられた海水などの移動及び注排水を行う水槽をいう。

[*4]　「バラスト水」とは、船舶の安定性を保つために積載している海水又は清水をいう。

[*5]　「フィンスタビライザ」とは、船底近くの両舷外板から水中に翼を突き出し、航行中に翼に生じる揚力を利用して船体の横揺れを減少させる装置をいう。

２０時００分ごろ、三等航海士及び甲板部員Ｂは、一等航海士及び甲板部員Ａから船橋当直を引き継いだ。

船長は、２０時４５分ごろ伊豆大島風早埼の沖で操舵室に赴き、風速約１５m/s の北東寄りの風が吹いていること、及び船体に動揺がないことなどを確認し、当直の三等航海士に対して伊豆半島南端付近にある神子元島の沖で針路を２５５°（真方位、以下同じ。）に、三重県志摩市大王埼の沖で２３７°にそれぞれ転じ、和歌山県潮岬の沖に向かうように指示をしたのち、自室に戻った。

甲板部員Ｂは、船橋当直中に船内巡視を行い、固縛用チェーンに緩みがないことなどを確認した。

(5)　１１月１３日００時から０４時までの経過

００時００分ごろ、二等航海士及び甲板部員Ｃは、三等航海士及び甲板部員Ｂから船橋当直を引き継いだ。

本船は、０３時ごろ、大王埼沖で２３７°に針路を転じたところ、左舷後方から風速約１５m/s の風及び波高約３．５ｍの波を受ける態勢となり、約２１ノット（kn）の速力で航行していたが、船体に異常な横揺れを生じることなく、自動操舵で航行した。

その後、甲板部員Ｃは、船内巡視を行い、積載している貨物の固縛用チェーンに緩みがないことなどを確認した。

０３時５０分ごろ、一等航海士及び甲板部員Ａは昇橋した。

(6)　０４時から大傾斜が生じるまでの経過

０４時００分ごろ、一等航海士及び甲板部員Ａは、二等航海士及び甲板部員Ｃから船内に異常がないことなどを引き継ぎ、船橋当直を交替した。

一等航海士は、左舷後方から本船の速力に近い追い波を受けるとともに、約１６～１７m/s の東北東～東寄りの風が吹いていると目測し、予想に反してそんなに悪い気象及び海象状況ではないと感じた。

０４時３０分ごろ、一等航海士は、ＧＰＳで求めた船位が予定針路線の西方にずれていたので、２３５°に針路を転じたが、航海計器等の異常及び船体の横揺れなどを感じることなく船橋当直を続け、０５時００分ごろ海図に船位を記入した。

また、０４時３０分ごろから０５時ごろにかけて、小用などで起床した船長及び乗組員２人は、船体の横揺れなどを感じていなかった。

(7)　本事故発生時の状況

０５時００分～０５時１０分ごろ、本船は、突然、右舷側に２０°～３０°の船体傾斜を生じた。

一等航海士及び甲板部員Ａは、操舵室内の右舷側の側壁付近まで振り飛ばされ、同室の中央にある操舵スタンド付近に戻ろうとしたが、大きく傾斜しているうえにどこからかの水で床がぬれ、足が滑ってなかなか戻ることができなかった。

船長は、自室でベッドに腰掛けようとしたとき、船体が持ち上げられるようにして大きく右舷側に傾き、その傾斜が止まったかに思えたが、再び増大するのを感じた。そして、直ちに、操舵室に行こうとして通路に出たが、船体傾斜と通路がぬれて足が滑り、なかなか操舵室の入口にたどり着くことができなかった。

船体傾斜時、右舷側の客室で寝ていた乗客は、窓のある側壁まで滑り落ち、窓から１ｍ程度下に海面が見えた。また、就寝していたベッドから落ちた乗組員もおり、左舷側の部屋にいた乗組員は、通路に出たとき、右舷側の海面が近くに見えた。

本船は、緩い傾斜から大きく傾き、右舷側に４５°程度の傾斜となった。

０５時１４分ごろ、一等航海士及び甲板部員Ａは、ようやく操舵スタンド付近にたどり着いた。

一等航海士は、転舵状況、船首方位及び操舵スタンドの警報表示部に表示されている警報の内容などを確認することに注意を向ける余裕もなく、操舵装置のシステム切替えスイッチ[*6]を切って警報音を止め、モード切替えスイッチを自動（操舵）から手動（操舵）に切り替えてシステム切替えスイッチを入れ、操舵ハンドルを回したところ、操舵装置が正常に作動することを知った。

その頃、船長は、ようやく操舵室の入口にたどり着き、操舵ハンドルを操作している一等航海士に操舵装置が正常に作動することを確認するとともに、甲板部員Ａがビルジポンプを操作して右舷側のヒーリングタンクから左舷側のヒーリングタンクにバラスト水を移動させていること、及び各種の警報音が鳴っていることを知った。

一等航海士は、右舷側への船体傾斜が４０°を超えたと船長に報告をした。

この頃、「ギギギー」と擦れるような音、「ガタガタン」という堅い物が当たる音、船底の方で「ゴゴッ、ゴゴッ」というような音などを聞いた乗客及び乗組員がいた。

[*6] 「システム切替えスイッチ」とは、操舵装置には操舵スタンドの発する信号を操舵機用油圧ポンプユニットに伝える系統が２系統あり、いずれかの系統を選択するか、又は切にするスイッチをいう。

船長は、バラスト水、風及び旋回時の外方傾斜[*7]を利用して船体の右舷傾斜をできる限り直すこととし、甲板部員Ａに対して左舷側のヒーリングタンクが一杯になるまでバラスト水を移動させるように、また、一等航海士に対して右舵をとって右舷側から風波を受ける態勢にするようにと指示をした。

（付図１　航行経路図（その１）、付図２　航行経路図（その２）、付図３　航行経路図（その３）、付図４　沿岸波浪図（２００９年１１月１２日２１時)、付図５　船首方位と対地針路、付図６　一般配置図　参照）

本事故の発生日時は、平成２１年１１月１３日０５時０６分ごろで、発生場所は、三重県紀宝町鵜殿港東防波堤北灯台から１１５．５°　１４．０海里（M）付近であった。

(8)　本事故発生から救助に備えるまでの状況

乗組員は、次々と操舵室に集まってきた。

船長は、自らが総指揮をとり、一等航海士に引き続き操舵などを、二等航海士に海上保安庁及びA社などとの連絡を、三等航海士にレーダーの監視などを、機関長及び一等機関士に主機の操作などを、甲板長と甲板部員Ａにバラスト水の移動などを、事務長及び他の乗組員に乗客の対応などを行うように指示をした。

船長は、乗組員に作動している警報を一つずつ確認させ、その警報装置をリセットさせていったところ、火災警報及び機関関係の諸警報は正常状態を表示するようになったが、漏水警報装置は再び異常を検知した。また、フィンスタビライザ警報装置は異常を検知しておらず、正常状態であることを知った。

船長は、０５時２０分ごろ船体傾斜角が右舷側に約３０°～３５°になっていることを知り、同時２２分ごろ、海上保安庁に対して電話で現状を説明してヘリコプターによる救助を要請する一方、国際ＶＨＦ無線電話装置の遭難信号を発信し、その後、A社に対して安全管理規程（事故処理基準）に基づく非常対策本部の設置を要請した。

船長は、事務長に対して乗客の安否を確認するように指示をするとともに、乗客及び乗組員に対して現状及び海上保安庁に救助を要請していることを船内放送で説明し、救命胴衣の着用を指示した。

０５時３０分ごろ、事務長は、事務部員３人とともに遊歩甲板（以下

[*7] 「外方傾斜」とは、船舶が旋回中、遠心力によって旋回中心と反対側に船体が傾くことをいう。

「Ｂ甲板」という。）にある客室区画に赴いたところ、乗客全員が救命胴衣を着用し、落ち着いた様子で同区画内の通路に集合していることを知り、各乗客に負傷の有無を確認しながら水が入ったペットボトルを提供した。

この頃、本船は、左舷側のヒーリングタンクがほぼ満水状態となったので、バラスト水の移動を止めた。

０５時３５分ごろ、船長は、右舵をとっても思うように右旋回をすることができず、南東方（沖合）に向けて航行していることから、外方傾斜による船体傾斜の増大を覚悟して左旋回をすることとし、外方傾斜の影響を抑えるつもりで減速するとともに左舵１０度を指示した。

船長は、左旋回を終えて北西方に向かう態勢となった頃、海上保安庁経由で、遭難信号を受信した外国籍のコンテナ船から救助協力の申し出があること、及び同コンテナ船が本船の船尾方にいることを知ったが、その存在を確認する余裕はなかった。

この頃、本船は、右舷方から風波を受ける態勢となり、船体傾斜角が約２５°となった。

０５時４０分ごろ、船長は、事務長及び乗組員に対し、乗客を船橋甲板（以下「Ａ甲板」という。）の左舷側内部通路に誘導するようにと指示した。

事務長及び乗組員は、ロープや消火ホースなどを利用し、客室区画から、レストラン、賄室及び船内階段を経由してＡ甲板にある機関長室の船尾側通路に乗客を誘導し、ヘリコプターでの救助に備えさせた。

本船は、０６時を過ぎた頃から、右舷側への傾斜が次第に増大し始めた。

（付図７　乗客の避難誘導経路　参照）

(9)　救助及び退船

船長は、海上保安庁のヘリコプターが見えてきた頃、陸岸まで約２Ｍの距離となったことから、両舷機を停止し、その後風波により陸岸まで約０．７Ｍの距離に近付く状況になると、座礁を避けるとともに船尾に当たる波の衝撃を抑えるために、右舷機を極微速力後進にかけて本船を沖に移動させた。

０７時１５分ごろ海上保安庁のヘリコプターが本船の上空に到着し、来援した海上保安庁機動救難士（以下「機動救難士」という。）（２人）の指示により、０７時３０分ごろから、Ａ甲板の左舷側外部通路（膨張式救命いかだ設置場所付近）から乗客の吊上げ救助が開始された。

この頃、乗組員の１人は、水面上に露出した左舷側のフィンスタビライザのフィンが作動しているのを目撃した。

船長は、最悪の事態を考慮し、左舷（風下）側の２５人用膨張式救命いかだ（以下「膨張式救命いかだ」という。）を準備することとし、甲板長等に膨張式救命いかだ及び降下式乗込装置（以下「シューター」という。）の投下を指示した。

船長は、膨張式救命いかだが左舷の外板を転がり落ちたものの、本船が右舷側に大きく傾斜しているため、海面上で展張しているはずの膨張式救命いかだが見えないこと、及びシューター本体がシューター格納庫から出たものの、外板上にとどまって海面まで落下せず、シューターを使用することができないことを知り、左舷側からの退船を断念した。

０８時１０分ごろ、乗客７人全員がヘリコプターに救助された。

船長は、引き続きヘリコプターによる乗組員の救助が行われているとき、機動救難士から、ヘリコプターでの救助はあと１回であることを知らされ、保船要員として本船に残り、本船の救命設備を利用して退船することとなる者を募り、志願した者の中から、一等航海士、二等航海士、三等航海士、機関長、一等機関士及び甲板部員Ａの計６人を指名した。

０９時０７分ごろ、船長は、右舷側への船体傾斜が増大したため、保船要員の退船を決断し、右舷側の膨張式救命いかだ、シューター及び縄ばしご（ジャコブスラダー）の投下を指示する一方、機関の非常停止を指示した。

保船要員は、右舷側の膨張式救命いかだを投下したのち、Ｂ甲板に移動してシューターを投下しようと試みたが、右舷側への傾斜により、舷外に張り出す状態となったシューター格納箱の海側扉ストッパーを外すことができず、シューターでの退船を断念し、縄ばしごを使用して膨張式救命いかだに移乗することとした。

船長及び保船要員６人は、救命胴衣を着用して順次縄ばしごを降り、波浪の状況を見計らって出される機動救難士の指示に従って海中に飛び込んだ。

船長、保船要員及び機動救難士は、その頃船体から流れ出た多量の油にまみれながら２基の膨張式救命いかだに分かれて乗り込んだところ、これらの膨張式救命いかだが波で上下に重なりあうなどした。また、保船要員１人が膨張式救命いかだに乗り込むことができずに流されたが、来援した海上保安庁の警備救難艇に救助され、船長及び保船要員６人全員が巡視船で三重県尾鷲市尾鷲港に搬送された。

なお、本船は、その後三重県御浜町の海岸付近で座礁して横倒し状態となった。

（写真１　座礁して横倒し状態となった本船（船橋付近)、写真２　座礁して横倒し状態となった本船（船体中央部Ａ甲板)、写真３　座礁して横倒し状態となった本船（船尾付近）　参照）

2.1.2　船舶自動識別装置の情報記録による運航の経過

独立行政法人海上技術安全研究所（以下「海技研」という。）が受信した本船の船舶自動識別装置（ＡＩＳ）[*8]の情報記録（以下「ＡＩＳ記録」という。）によれば、下表のとおりであった。

時 刻 (時：分：秒)	速力 (kn)	緯　度 (度-分-秒)	経　度 (度-分-秒)	対地針路 (°)	船首方位 (°)
02:57:11	21.7	34-03-25.4	137-01-17.9	237.9	236
03:43:58	21.2	33-54-06.6	136-44-32.4	239	236
04:00:05	20.2	33-51-07.8	136-38-48.0	237	237
04:31:47	20.3	33-45-09.0	136-27-48.6	235	235
04:59:59	20	33-39-17.4	136-18-36.6	233	235
05:04:59	21.2	33-38-18.6	136-16-55.8	236	235
05:06:09	21.1	33-38-06.6	136-16-31.8	239	229
05:07:04	13.9	33-37-52.8	136-16-22.8	183	138
05:10:13	8.6	33-37-52.2	136-16-44.4	034	042
05:12:57	8.7	33-37-58.2	136-17-05.4	146	150
05:22:07	12.6	33-36-22.2	136-17-39.6	168	157
05:32:50	10.1	33-34-43.8	136-18-55.8	138	121
05:37:20	12.6	33-35-03.6	136-19-12.0	340	350

[*8]　「船舶自動識別装置（Automatic Identification System)」とは、船舶の識別符号、種類、船名、船位、針路、速力、目的地、航行状態、その他の安全に関する情報を船舶相互間及び陸上局の航行援助施設等との間で交換する装置をいう。

05:52:58	14.6	33-38-34.2	136-17-46.8	328	325
06:05:52	12.9	33-38-51.0	136-17-30.6	333	335
06:40:32	13	33-45-44.4	136-13-06.0	319	315
07:15:01	12.5	33-50-57.0	136-07-00.0	313	314
07:42:02	1.2	33-51-25.8	136-05-46.8	261	359
09:04:01	1.4	33-49-58.8	136-04-36.6	200	302
09:07:01	2.1	33-49-53.4	136-04-37.8	148	288
10:09:37	0.2	33-49-46.2	136-03-45.6	354	511[*9]
10:21:02	0.5	33-49-45.6	136-03-45.0	226	511

２．２　人の負傷に関する情報

乗組員及びＡ社担当者の口述並びに診断書によれば、次のとおりであった。

乗組員１人が、縄ばしごを降りていたとき、波にさらわれて負傷した。搬送された尾鷲市の病院で、右上腕骨大結節骨折と診断され、１９日間の入院治療を受けた。

乗客Ａは、船体傾斜時に足の裏を負傷し、御浜町の病院で治療を受けた。

乗客Ｂは、船体傾斜時に頭部を客室の壁に打ち付け、三重県熊野市の整形外科医院で診察を受けた。

２．３　船舶等の損傷に関する情報

(1)　海上保安庁の情報によれば、本船が座礁した場所は、御浜町の海岸付近（概位　北緯３３°４９′東経１３６°０３′）であった。

(2)　Ａ社の本事故についての記録（以下「Ａ社の記録」という。）及びＡ社担当者の回答書によれば、次のとおりであった。

１１月１５日　１番の燃料タンクに亀裂及びファンネルハッチから漏油があり、応急処置を施した。煙突部から船尾側のＢ甲板及びＣ甲板の床板が脱落した。

１１月１６日　多量の油が流出した。

Ａ社から本船及び積載貨物の処理を請け負ったサルベージ会社は、平成

*9　「５１１」は、船首方位が利用不可であることを示す。

２２年１月５日から船内及び海底に落下した貨物の回収及び船体の撤去作業を始めたが、その後、本船は、波浪等の影響により、徐々に船体が分断するとともに崩壊が進行し、同年３月上旬の荒天で、煙突付近を残して海中に崩れ落ちた。

２．４　乗組員等に関する情報

(1)　性別、年齢、海技免状等

①　船長　男性　４９歳

一級海技士（航海）

免　許　年　月　日　平成３年３月２８日
免 状 交 付 年 月 日　平成１９年９月２０日
免状有効期間満了日　平成２４年９月１９日

②　一等航海士　男性　５５歳

三級海技士（航海）

免　許　年　月　日　平成４年１１月１８日
免 状 交 付 年 月 日　平成１９年２月２６日
免状有効期間満了日　平成２４年１１月１７日

③　運航管理者　男性　５９歳

(2)　乗船履歴等

①　船長

平成４年ごろにＡ社（平成１７年６月、現社名に変更）に入り、航海士として各船に乗り組んだのち、平成１４年ごろ退社した。平成２０年５月に再度入社し、本船の三等航海士及び二等航海士職にそれぞれ２か月間ついたのち、平成２０年１２月から別のフェリーで一等航海士職を、平成２１年５月初旬から本船で一等航海士職をそれぞれとり、平成２１年６月１７日から同年１０月１４日までの間、次席一等航海士として本船で船長研修を受け、平成２１年１０月１５日から船長として本船の運航に携わっていた。

②　一等航海士

昭和４８年４月にＡ社に入り、甲板部員として各船に乗り組んだのち、三等航海士及び二等航海士職を歴任し、平成１４年１０月から一等航海士職をとるようになり、平成２１年９月２８日から本船に乗り組んでいた。

③　運航管理者

外航海運会社の船舶に乗り組んだのち、平成２年１２月にＡ社に入り、航海士として各船に乗り組み、その後船長職に約１２年間つき、本船の船

長を最後に下船し、平成１９年１２月から運航管理者として勤務していた。

２.５　船舶に関する情報

2.5.1　船舶の主要目

船舶番号	１３４５９４
船籍港	鹿児島県名瀬市（平成１８年3月２０日、合併により奄美市となる。）
船舶所有者	A社
総トン数	7，910トン
L×B×D	１６６.８６m×２２.８０m×１５.２７m
垂線間長[*10]	１５０.００m
船質	鋼
機関の種類	ディーゼル機関２基
出力	8，８２６kW　合計１７，６５２kW（連続最大）
推進器	５翼固定ピッチプロペラ２個
舵	１枚　最大舵角３５°
進水年月	平成７年５月
用途	貨客船兼自動車航送船
最大搭載人員	旅客　４２６人、船員　２２人、計　４４８人
航行区域	近海区域（A２水域[*11]（湖川を含む。）に限る。）
最大搭載量	コンテナ（１０フィート（ft）換算）４３４本、シャーシ５５台、乗用車１８０台

2.5.2　貨物等の積載状態

貨物積付図並びに船長及び一等航海士の口述によれば、次のとおりであった。

(1)　貨物

①　本事故当時、B甲板には乗用車５台、C甲板にはシャーシ３９台、車両６台（トラック４台、乗用車２台）及び重機１台を積載していた。また、第二車両甲板（以下「D甲板」という。）には、コンテナ１５０本

---

*10　「垂線間長」とは、計画満載喫水線上において、船首材の前面から、舵を有する船舶にあっては、舵頭材の中心線（舵柱を有する船舶にあっては、その後面）までの距離をいう。

*11　「A２水域」とは、海岸局との間でMF無線電話により連絡を行うことができ、かつ、海岸局に対してMFデジタル選択呼出装置により遭難呼出しの送信ができる水域（湖川及びA１水域を除く。）であって告示で定めるもの（MF海岸局から約１５０Mまでの水域）をいう。

（２０ftコンテナ[*12]３９本、１０ftコンテナ[*13]５６本、１２ftコンテナ[*14]３５本、フラット・ラックコンテナ[*15]等２０本）、シャーシ５台、車両３台（トラック２台、乗用車１台）及び重機５台を、第三車両甲板（以下「Ｅ甲板」という。）には乗用車１８台等を積載していた。

② 貨物等の積載重量は、Ａ甲板が３．２２トン（ｔ）、Ｂ甲板が１６．６３ｔ、Ｃ甲板が１，００１．３１ｔ、Ｄ甲板が１，３４３．８ｔ、Ｅ甲板が２５ｔで、そのほかに甲板部の置きタンク等の重量が１３．９ｔあり、合計2，４０３．８６ｔであった。

③ シャーシは、全て船首尾方向に積み付けられ、車体前部にある鋼鉄製の補助脚を接地させたのち、けん引車との結合（キングピン）部分を鋼鉄製のシャーシ用架台に載せていた。

④ コンテナは、概略、左舷船首側、右舷船首側及び右舷船尾側の３つのブロックごとに、隣り合うコンテナ同士が接した状態で船横方向に２段積みで積み付けられていた。

⑤ トラックは、全て船体中心線付近の場所において船首尾方向に積み付けられていた。

(2) バラスト水

各バラストタンク及びヒーリングタンクに搭載していた海水量は、次のとおりであった。

No.１バラストタンク	約２００ｔ（４７％搭載）
No.４バラストタンク	約１６０ｔ（満載）
No.５バラストタンク	約２８０ｔ（満載）
No.１ヒーリングタンク（両舷合計）	約２４０ｔ（５０％搭載）
No.２ヒーリングタンク（両舷合計）	約２４０ｔ（５０％搭載）

(3) 喫水

出航時の喫水は、船首約５．２ｍ、船尾約７．２ｍであった。

（付図８　貨物の積付け概念図（Ｃ甲板）、付図９　貨物の積付け概念図（Ｄ甲板）、付表１　出港時の重量重心計算書　参照）

[*12] 「２０ft コンテナ」とは、外寸法が長さ６．０５８ｍ、高さ２．５９１ｍ、幅２．４３８ｍのコンテナをいう。

[*13] 「１０ft コンテナ」とは、外寸法が長さ２．９９１ｍ、高さ２．５９１ｍ、幅２．４３８ｍのコンテナをいう。

[*14] 「１２ft コンテナ」とは、外寸法が長さ３．６５８ｍ、高さ２．５９１ｍ、幅２．４３８ｍのコンテナをいう。

[*15] 「フラット・ラックコンテナ」とは、天井及び両側壁がなく、土台となる床のほかに前後の壁又は四隅の柱だけの開放型コンテナをいう。

2.5.3　船体構造及び設備等

(1)　船体構造等

船体部仕様書、一般配置図及び中央横断面図によれば、次のとおりであった。

本船は、A甲板に操舵室及び乗組員居住区等を、B甲板に客室、賄室及びレストラン等を、C甲板に車両区域等を、D甲板に車両区域及び船首尾ランプ扉[*16]等を、E甲板に車両区域等を配していた。

C甲板及びD甲板は全通甲板で、E甲板下の船倉には、船首水槽、１番～７番のバラストタンク、１番及び２番のヒーリングタンク、１番～３番の燃料油タンク、１番及び２番の清水タンク、フィンスタビライザ室等を配していた。

各甲板における甲板からビーム[*17]の下端までの高さは、A甲板で２．３m、B甲板で２．３５m、C甲板で４．４５m、D甲板で５．７５m及びE甲板で２．０５mであった。

なお、D甲板及びC甲板の各車両区域には、船尾端から左舷中央部にかけてC甲板及びB甲板に至るスロープウェイが設けられており、C甲板の船尾端には側壁がなく、B甲板との間に支柱が設置されていた。また、C甲板の外板には、甲板上約０．９mの高さにスリット付き通風口（高さ約０．６m、幅約０．６m又は約１．２m）が両舷にそれぞれ１１個設けられていた。

（付図６　一般配置図　参照）

(2)　航海計器等

①　ジャイロコンパス及び操舵装置

船長、乗組員及び航海計器製造業者担当者の口述並びにPR－８０００－Eハイアダプティブ・オートパイロット取扱説明書によれば、次のとおりであった。

本船のジャイロコンパスは、ジンバル傾斜自由度[*18]がローリング[*19]及びピッチングともに±４５°である。したがって、船体傾斜が４５°

---

*16　「ランプ扉」とは、フェリーなどで岸壁と船との高さが違う場所に使用する斜路で、外板を兼ねた扉をいう。

*17　「ビーム」とは、両舷の相対する２つのフレーム（骨材）を連結するとともに甲板を支える横桁をいう。

*18　「ジンバル傾斜自由度」とは、船体動揺に対してジャイロ軸を水平に保つことができる範囲をいう。

*19　「ローリング」とは、船体の重心を通る水平な船首尾線方向軸回りの回転運動（横揺れ）をいう。

を超えると方位の誤差が大きくなり、使用することができない。

操舵スタンドは、上面中央部にレピータコンパスがあり、その左側に自動操舵時の各調整つまみを、前側に警報表示部を、右側に操縦モード切替えスイッチを配していた。そして、同スタンドの前面に操舵ハンドルがあり、その右側にシステム切替えスイッチを配していた。

自動操舵時の各調整値の設定要領について、当舵調整[*20]は、まず航海計器製造業者のサービスエンジニアが設定した値とし、舵角比調整[*21]値を「４」、天候調整[*22]値を「０」に設定して３０分ほど直進させ、適度な値を設定すること、舵角比調整値は一般的に「４」に設定すること、及び舵角制限[*23]設定値は通常「１５°」で十分であると記載されていた。

本船においては、天候調整を「自動」に、当舵調整値を「４」に、舵角比調整値を「４」に、針路偏差警報[*24]値を「１０°」に、舵角制限設定値を「１５°」に設定していた。

② フィンスタビライザ

船長、乗組員及びフィンスタビライザ製造業者担当者の口述並びにジャイロフィン・スタビライザ完成図及びフィンスタビライザ海上試験成績書によれば、次のとおりであった。

本船に装備していたフィンスタビライザは、長さ４．１ｍ、幅１．８３ｍの後方折込み式格納型フィンを有する揚力及び角度制御方式のジャイロフィンスタビライザで、船体中央部の両舷に配していた。（付図６参照）

操舵室に配置したフィンスタビライザ用遠隔操縦盤には、フィンの格納及び張出しスイッチ、船速調整つまみ、感度調整つまみ並びに油量、油温及び電源に関する可視可聴式の警報装置などが備えられていた。本事故当時、船速及び感度両調整つまみはそれぞれ「自動」の位置にあった。

フィンスタビライザ作動時の回転軸は、フィンの前端寄りにあり、片舷のフィンが発生する最大揚力は、２０kn 及び作動角１５°において

---

*20 「当舵調整」とは、角速度１°/s に対する当舵量の調整をいう。

*21 「舵角比調整」とは、偏角１°に対して何度舵角をとるかの調整をいう。

*22 「天候調整」とは、荒天時の不必要な転舵を抑えるための調整をいう。

*23 「舵角制限」とは、自動操舵時における最大舵角を制限することをいう。

*24 「針路偏差警報」とは、自動操舵時において、船首方位が設定針路からあらかじめ設定した角度を超えて変化した際に発する警報をいう。

５８ｔであった。

なお、本船が排水量８，３３５．２５ｔ及びメタセンタ高さ[*25]２．４０ｍの状態において、速力２１～２２knで航行中、最大揚力信号（５８ｔ）を両舷フィンに連続的に与えた場合、船体傾斜角は約６°であり、非安定化位相の同信号を与えて船体を強制動揺させた場合、３～４周期目に１５°～１７°程度の最大横揺れ角を生じた。また、本船に定常横傾斜がある場合、同横傾斜を中心に左右の横揺れ幅を減少させるような制御システムであった。

一般的にフィンスタビライザが誤作動する可能性はあるが、今までに本船のジャイロフィンスタビライザが誤作動したとの記録はなく、本船のジャイロフィンスタビライザに関する修理履歴の内容も、油圧系統からの微量な油漏れ程度であった。

③　漏水警報装置

車両甲板漏水検知装置図によれば、Ｄ甲板のランプ扉付近に漏水検知器を設置し、操舵室内に可視可聴式の警報装置を備えていた。

④　火災警報装置

船体部仕様書によれば、火災探知装置として、車両区域に熱式火災探知装置[*26]を、機関室に煙管式火災探知装置[*27]を、居住区には熱式及び煙管式の両火災探知装置を設置し、操舵室内に可視可聴式の警報装置を備えていた。

(3)　通信装置等

船長の口述によれば、操舵室にＡＩＳ、国際ＶＨＦ無線電話装置、船舶電話及び船内放送設備などを備えていた。

(4)　救命設備

船長の口述、属具表及び一般配置図によれば、膨張式救命いかだをＡ甲板の左舷側に１１個及び同右舷側に１０個装備しており、救助艇兼支援艇（エンジン付　６人乗り）１隻をＡ甲板の後部左舷側に搭載していた。Ｂ甲板の前部両舷側には、シューター（２５０人用）及び縄ばしごを各１基

[*25]　「メタセンタ高さ」とは、横メタセンタ（船舶が横傾斜したときの浮力中心を通る浮力作用線と船体中心線との交点）と船舶の重心との距離をいう。

[*26]　「熱式火災探知装置」とは、初期火災を示す要因である異常な空気温度を探知し、自動的に警報を発する装置をいう。

[*27]　「煙管式火災探知装置」とは、初期火災を示す要因である異常な煙の濃度を探知し、自動的に警報を発する装置をいう。

備え付けていた。また、法定の救命浮環、救命胴衣及びＥＰＩＲＢ[*28]などを装備していた。

なお、船舶救命設備規則（第４７条の２）では、シューターは、船舶のいずれの側への２０°の横傾斜及び１０°の縦傾斜の場合にも、水上にある救命いかだ等に安全かつ迅速に乗り込むことができるものであることと定めている。

(5)　ヒーリングタンク

船長の口述及び一般配置図によれば、船体中央部の両舷舷側にそれぞれヒーリングタンクを２つ前後に並べて配置していた。また、ヒーリングタンクのバラスト水を移動させるポンプの容量は、１分間に約８ｔであり、左（右）舷のヒーリングタンクから右（左）舷のヒーリングタンクに約１９ｔのバラスト水を移動させると、通常、船体横傾斜角は約1°変化していた。

(6)　車両区域からの排水設備

船長の口述及び甲板排水管系統図によれば、Ｃ甲板には直径１００㎜の排水孔が左舷側に１０個及び右舷側に１３個、Ｄ甲板には直径１５０㎜の排水孔が両舷側に各１１個、それぞれ設置されており、水面下に設けられた吐出口の手前に逆止弁[*29]が取り付けられていた。

(7)　その他

船長及び乗組員の口述によれば、出航時及び航行中ともに船体、機関及び計器等に故障又は不具合はなかった。

2.5.4　旋回性能

海上公試運転成績書によれば、次のとおりであった。

(1)　両舷機使用

旋回方向	左	右
旋回前の速力（対水速力）	２４．０５kn	２４．０５kn
舵角	３５°	３５°
最大縦距[*30]	６２８ｍ	６４４ｍ

[*28] 「ＥＰＩＲＢ（Emergency Position Indicating Radio Beacon)」とは、非常用位置指示無線標識装置のことで、船舶等が遭難した場合、その遭難地点を探知させるために遭難信号を送信する無線装置をいう。

[*29] 「逆止弁」とは、液体の逆流を防止する弁をいう。

[*30] 「最大縦距」とは、転舵により船の重心が描く軌跡（旋回圏）において、転舵時の重心位置から原針路上における重心の最大縦移動距離をいう。

最大横距[31]	７０１ｍ	７０３ｍ
９０°旋回に要する時間	１分１６．４秒	１分１９．２秒
１８０°旋回に要する時間	２分２４．１秒	２分２５．６秒

(2)　片（右）舷機使用

旋回方向	左	右
旋回前の速力（対水速力）	８．４１kn	８．４１kn
舵角	３５°	３５°
最大縦距	４５０ｍ	７４８ｍ
最大横距	６０３ｍ	１．１２９ｍ
１８０°旋回に要する時間	４分３１．６秒	７分５５．０秒

２．６　荷役及び固縛等に関する情報

2.6.1　車両区域

(1)　滑り止め金具

建造時の「Ｄ甲板及びスロープウェイ・スベリ止め施工要領」図によれば、Ｄ甲板には車両の滑り止め金具として高さ１３㎜、幅１３㎜、長さ５０㎝ の角棒が甲板上に溶接付けされており、船首尾方向に配置した角棒は約５５㎝ 間隔で、船横方向に配置した角棒は約６０㎝ 間隔であった。

(2)　甲板の塗装

Ａ社の回答書及び塗料製造業者担当者の口述によれば、次のとおりであった。

建造時、Ｃ甲板及びＥ甲板には粒子が入っている主剤と硬化剤の２液混合タイプのエポキシ系塗料を、Ｄ甲板には塩化ゴム系塗料（摩擦係数０．８２２）をそれぞれ塗布していた。

上記エポキシ系塗料は、船舶構造規則第３条に基づく通達「自動車渡船構造基準」（以下「自動車渡船構造基準」という。）に定められた滑り止め塗料の摩擦係数測定試験方法に準じて行った滑り止め性状試験の結果、乾いた状態の摩擦係数が１．５４、水にぬれた状態が１．４２、油にぬれた状態が１．０６であった。また、付着力は３９．０kg/㎠であった。

船長及び一等航海士の口述によれば、両人とも本船において車両区域の甲板塗装を実施したことがなかった。

[31]　「最大横距」とは、旋回圏において、原針路から真横方法への重心の最大横移動距離をいう。

2.6.2　固縛金物

車輌固縛金物配置図によれば、車両固縛金物としてクローバリーフ、アイプレート及びクリンケルバーがＣ、Ｄ及びＥ甲板の甲板上に、雑用のアイプレートがフレーム[*32]に、オーバーラッシング用アイプレート及びアイリングがビームにそれぞれ設置されていた。各甲板の車両固縛金物の設置状態は、次のとおりであった。

(1)　Ｃ甲板

大型車両用クローバリーフ（突出型、使用荷重４．０ｔ）は、甲板に描かれたレーンに沿って船首尾方向に約３．５ｍ間隔、船横方向に約２．７ｍ～約３．２ｍ間隔で設置されていた。

小型車両用クローバリーフ（突出型、使用荷重０．４ｔ）は、船首尾方向に約４．９ｍ間隔、船横方向に約２．１ｍ間隔で左舷船尾部に設置されていた。

アイプレート（使用荷重２．５ｔ）は、外板などから約０．４５ｍ内側の甲板に約３ｍ間隔で、また、雑用のアイプレート（使用荷重２．０ｔ）がフレーム（４～６本間隔）の上部に取り付けられていた。

中型車両用クリンケルバー（使用荷重１．０ｔ）は、前後部側壁及びスロープウェイなどの側壁近くに約３ｍ間隔で取り付けられていた。

天井部には、オーバーラッシング用アイプレート（使用荷重２．５ｔ）が１７２個及び同アイリングが１１５個取り付けられていた。

(2)　Ｄ甲板

大型車両用クローバリーフ（突出型）は、船首部（フレーム番号１３８～１７４）の船体中心線上に約３ｍ間隔で、舷側付近に約３ｍ～約８ｍ間隔で設置されていた。

大型車両用クローバリーフ（埋込型、使用荷重４．０ｔ）は、車両区域全体に船首尾方向に約３．５ｍ間隔、船横方向に約２．９ｍ～約３．６ｍの間隔で設置されていた。

中型車両用クリンケルバー及びアイプレートは、外板などから約０．４５ｍ内側の甲板にそれぞれ約３ｍ間隔で設置されていた。

雑用のアイプレートは、フレーム（４～６本間隔）の上部と下部に取り付けられていた。

天井部には、オーバーラッシング用アイプレートが２１６個及び同アイリングが６６個取り付けられていた。

[*32]　「フレーム」とは、外板の内面に配置される骨材をいう。

(3)　Ｅ甲板

小型車両用クローバリーフ（突出型）が、船首尾方向に約４．９ｍ間隔で、船横方向に約２．０ｍ～約２．６ｍ間隔で設置されていた。

小型車両用クリンケルバーが、外板から約０．４５ｍ内側の甲板に約４．５ｍ～約５．２５ｍ間隔で、船首側壁近くでは約２．２ｍ間隔で設置されていた。

（付図１０　固縛金物　参照）

2.6.3　固縛機材等

船長、乗組員、Ａ社工務担当者及び固縛機材製造業者担当者の口述並びに同製造業者のＡ社への固縛資材納入仕様書（平成１４年１１月１日）によれば、次のとおりであった。

(1)　固縛用チェーン

鋼製固縛用チェーンは、チェーンの一端にフックなどを取り付けた長さ約２ｍのラッシング用チェーン（以下「サブチェーン」という。）と、締付け金具の一端にペアリングと称するやや大きめのチェーンを、また、他端にチェーン及びフックなどを取り付けた‘長さ約１ｍの金物’（以下「締付け部」という。）とで構成されていた。

固縛用チェーンは、サブチェーンのフックなどをコンテナの隅金具[*33]、シャーシの固縛用リング及び重機の部材などにかけ、締付け部のフックなどをクローバリーフなどにかけたのち、サブチェーンの他端をペアリングに通してつなぎ、締付け金具を操作して固縛するものであった。

固縛用チェーンの使用荷重は４．０ｔ、破断荷重は１６．０ｔであった。

なお、固縛機材製造業者は、固縛機材としてクローバリーフ専用の金具を取り付けた締付け部及びコンテナの隅金具専用の金具を取り付けたサブチェーンを販売していたが、本船では購入した実績が少なかった。

（付図１１　固縛機材（その１）　参照）

(2)　固縛用ベルト

固縛用ベルトは、最大長さ約２．５ｍの布製ベルトで、その両端にフックを備え、一方のフックの近くに締付け金具を取り付けていた。

固縛用ベルトの使用荷重は２．５ｔ又は１．５ｔ、破断荷重は１０ｔ又は６ｔであった。

[*33]　「隅金具」とは、固縛時に強固な固定点を提供するコンテナの上下四隅に付けられた金具をいう。

（付図１２　固縛機材（その２）　参照）

(3)　２段積みしたコンテナ同士の固定用金具

コーンと呼ばれる上下対称の金具を両コンテナの隅金具の穴に差し込み、水平方向のずれを抑えていた。

（付図１２　固縛機材（その２）　参照）

(4)　シャーシ用架台

シャーシ用架台は、シャーシからけん引車を切り離したのち、キングピン部分を載せる四角錐の台であった。

（付図１３　固縛装置（その３）　参照）

(5)　その他

シャーシ上のコンテナは、その下部隅金具の穴にシャーシの車体に設けられたツイストロックと称する三角形状の鋼鉄製突起物を差し込んで固定されていた。

シャーシ及び車両のタイヤには、前後方向の滑り止めとして木製の車止めを使用していた。

（付図１３　固縛機材（その３）　参照）

2.6.4　ふだんの固縛状態

船長、乗組員、荷役監督者、荷役作業責任者及び荷役作業者の口述によれば、次のとおりであった。

(1)　コンテナ

フォークリフトを使用して船首尾のランプ扉から船内に搬入し、船体中央付近から順に２段積みとしていたため、フォークリフト側の隅金具（２箇所）のみにコーンを挿入していた。

また、左舷船首側、右舷船首側及び右舷船尾側の各ブロックの舷側側と船体中心線側に、船首尾方向に対してほぼ３列おきに、上段コンテナの下部隅金具にサブチェーンのフックをかけ、締付け部のフックを甲板上の固縛金物にかけていた。

固縛用チェーンは、コンテナの高さより約０．４ｍだけ長いため、固縛時には垂直に近い状態であった。

なお、締付け部のフックをかける適当な固縛金物がない場合には、隣接する下段コンテナの下部隅金具に同フックをかけることもあった。

（付図１４　コンテナの固縛状態、写真４　コンテナの固縛状態　参照）

(2)　シャーシ

船尾のランプ扉からけん引車で船内に搬入し、Ｄ甲板又はＣ甲板の所定

の場所に止め、補助脚を接地させたのち、キングピン部分をシャーシ用架台に載せるとともにタイヤに車止めをかませ、車体に備えられた固縛用リングなどにサブチェーンのフックをかけ、締付け部のフックを甲板上の固縛金物にかけて固縛していた。

なお、固縛用リングがない場合には、サブチェーンのフックの先端部分をシャーシの車体裏の部材などにかけていた。

（付図１５　シャーシの固縛状態、写真５　シャーシの固縛状態（６点取り）　参照）

(3)　トラックなどの大型車両

左右前後のタイヤのホイールにサブチェーンのフックをかけて４点取りとし、タイヤに車止めをかませていたが、オーバーラッシングすることはなかった。

（写真６　トラックの固縛状態　参照）

(4)　重機

車体の前部及び後部の部材などにサブチェーンのフックをかけて４点取りとし、バケットがある場合には、バケットを甲板上に下ろして固縛用ベルトで固縛していた。

(5)　乗用車

専ら対角線上の前後方向に固縛用ベルトをとって固縛し、タイヤに車止めをかませていた。

本事故当時、本船は、Ｃ甲板の最前列及び最後列に積載したシャーシを除き、ふだんと同じ固縛状態であった。

2.6.5　固縛方法の検討等

船長、乗組員、荷役作業者及び固縛機材製造業者担当者の口述並びにＡ社の回答書によれば、次のとおりであった。

(1)　Ａ社は、放射性物質を輸送する際、国土交通大臣に対し、車両総重量２５，０００kgf のトラックに固縛用チェーンを１２本取り、船体のローリング角（２５°）及び周期（１５ｓ）並びにピッチング角（５°）及び周期（５ｓ）における、固縛機材にかかる張力を求めた固縛装置計算書を添付した積載方法承認申請書を提出していた。しかし、通常貨物の輸送については、コンテナ及びシャーシの固縛方法について検討をしたことがなく、船長及び一等航海士に任せていた。

(2)　乗組員及び荷役作業者は、Ａ社及び固縛機材製造業者から固縛用チェーンを用いた固縛方法についての指導を受けたことがなく、以前から実施し

ていた固縛方法を踏襲し、コンテナ及びシャーシを固縛していた。

Ａ社が運航するＲＯＲＯ（ロールオン・ロールオフ）船[*34]及び貨客フェリーにおいて、固縛用チェーンのフックは、設計上の荷重点ではないフックの先端部分が、クローバリーフ、シャーシの車体裏の部材及びコンテナの隅金具に当たったり、フックなどがねじれた状態で締め付けられているものがあった。

なお、コンテナ及びシャーシの固縛方法は、本船とほぼ同じであった。

（写真７　クローバリーフにかけた固縛用チェーン、写真８　シャーシの車体裏の部材にかけた固縛用チェーン、写真９　固縛用チェーンのフックがねじれた状態　参照）

2.6.6　船体傾斜時の積載貨物の移動状況

船長及び乗組員の口述によれば、次のとおりであった。

本船では、過去において、横波を受けて船体が約１５°～１６°傾いたとき、コンテナが横滑りをし、シャーシが動いたことがあった。その際、固縛用チェーンの破断はなかったが、サブチェーンのフックに変形を生じたものがあった。

なお、Ａ社が運航するＲＯＲＯ船等において、滑り止めなどの目的で、甲板上に廃棄した係船索を敷き、その上にコンテナを置いていた。本船においても、過去に同様の措置をとったことがあったが、その効果が定かでないことから、本事故当時は、甲板上に直接コンテナを置いていた。

2.6.7　本事故後の積載貨物及び固縛機材等の状態

右舷側に横転した本船内の状態及び回収された一部のシャーシの損傷状態は、次のとおりであった。

(1)　Ｃ甲板のスロープウェイ及び左舷側外板に設けた開口部からＣ甲板の前部を見たところ、船首側第１列目の左舷側に積載されていたシャーシは横転し、第２列目の左舷側に積載されていたシャーシ（２台）は横滑りをしていた。その他のシャーシについては、右舷側の外板が無くなっていたことなどから視認できなかった。

(2)　回収されたシャーシは、ほとんどのタイヤが横方向に力を受けたように破損しており、補助脚が屈曲していた。また、破断したサブチェーン１本が車体の一部に挟まっていた。

(3)　Ｄ甲板の左舷船首側ブロックに積載されていたコンテナは、右舷側に横

[*34]　「ＲＯＲＯ船」とは、フェリーのようにランプ扉を備え、トレーラーやトラックなどが自走して乗り込み、貨物の積み下ろしを行う貨物船をいう。

滑りをしており、左舷側の舷側付近に積載されていたコンテナの移動量は約３ｍであった。また、コンテナの移動方向は、おおむね斜め後方であった。

(4)　Ｄ甲板には、クローバリーフ及びフレームのアイプレートにかかった状態の固縛用チェーンなどが数本残っており、変形したサブチェーンのフック、破断したサブチェーンなどがあった。また、クローバリーフ用金具の付いたラッシングチェーンがコンテナ上に落ちていた。

(5)　Ｄ甲板の左舷側に積載していた重機１台は、右舷側に横滑りしており、その一部が水面上に見えていたが、固縛用チェーンは見当たらなかった。

(6)　Ｅ甲板に積載していた乗用車は見当たらず、固縛用ベルトは小型車両用クローバリーフにかかったままであった。

(7)　その他のトラック、重機及び乗用車については、その状態を視認できなかった。

(8)　Ｄ甲板の車両区域床面は、塗装がはく離した状態であった。また、Ｃ甲板の同床面も同じような状態に見えた。

（付図１６　コンテナ及びシャーシの移動状態、写真１０　変形したサブチェーンのフック　参照）

２．７　救助及びＡ社の対応等に関する情報

2.7.1　救助

海上保安庁の広報資料によれば、概略、次のとおりであった。

(1)　救助等の経緯

①　０５時２５分ごろ、本船から、和歌山県新宮沖約３０㎞ を航行中、船体傾斜が右舷側に約４５°となったことによる救助要請があった。

②　０５時４４分ごろ、海上保安庁は、ナブテックス（捜索救助情報）放送を通じ、航行船舶等に対して情報提供等を実施した。

③　０７時００分ごろ、海上保安庁は、海難対策本部を第四管区海上保安本部に、現地対策本部を尾鷲海上保安部にそれぞれ設置した。

④　０７時０４分ごろ、海上保安庁のヘリコプターが現場に到着し、救助作業を開始した。

⑤　０７時４２分ごろ、乗客７人を救助した。

⑥　０８時３２分ごろ、乗組員７人を救助した。

⑦　０９時０３分ごろ、乗組員７人を救助した。

⑧　０９時４７分ごろ、防衛省に対し、災害派遣を要請した。

⑨　１０時２１分ごろ、警備救難艇が退船した船長及び保船要員６人を救

助した。

(2)　派遣要員等

①　海上保安庁は、巡視船艇９隻及び航空機６機並びに特殊救難隊員６人、関西空港海上保安航空基地機動救難士２人及び機動防除隊員４人を派遣した。

②　防衛省は、航空機２機を派遣した。

③　サルベージ業者は、Ａ社から依頼を受けてタグボート３隻を派遣した。

④　民間の船舶１隻から救助協力の申し出があった。

2.7.2　本船からの連絡及びＡ社の対応等

Ａ社の記録及び回答書によれば、概略、次のとおりであった。

時　　刻	本船からの連絡及びＡ社の対応等
０５時２８分	本船から、尾鷲市沖（北緯３３°４０′東経１３６°３４′付近）で波を受けたとの連絡があり、非常対策本部の設置についての要請があった。
０５時４５分	安全統括管理者に連絡、安全統括管理者から運航管理者及び社長に報告した。
０５時５０分	非常対策本部を設置した。
０６時００分	海上保安庁に事故の情報を報告した。
０６時１１分	国土交通省に事故の情報を報告した。 本船から、陸岸まで３０Ｍ、速力１２kn との報告があった。
０６時３０分	本船から、陸岸まで１０Ｍとの報告があった。
０６時４５分	本船から、陸岸まで７Ｍ、ヘリコプターが間もなく到着予定、Ａ甲板に乗客を誘導したとの報告があった。
０６時５０分	本船から、制御困難との報告があった。
０７時００分	本船から、右舷側への船体傾斜角３６°との報告があった。
０７時０１分	本船から、乗客にけが人なし、船体損傷なし、機関室への浸水なし、左舷側ヒーリングタンク一杯との報告があった。
０７時０４分	本船から、ヘリコプター到着、乗客の吊上げ救助開始、負傷者なし、陸岸から１．４Ｍとの報告があった。
０７時２０分	本船から、北緯３３°５１．３′東経１３６°０６．４′で機関停止したとの報告があった。
０７時３０分	東京支店に対し乗客の救護を指示した。

０７時３９分	本船から、船体放棄を考慮中との報告があった。
０７時５０分	タグボート３隻を要請した。 海運代理店業者に現地代理店を委託した。
０７時５４分	本船から、乗客の救助が終了した。陸岸から０．７Mに沖出ししたとの報告があった。
０８時００分	本船から、乗組員の吊上げ救助開始、北東の風１０m/s、波高２ｍとの報告があった。
０８時０６分	本船から、右舷側に漏油、エア抜きからオーバーフローしたと思われるとの報告があった。
０８時１８分	独立行政法人海上災害防止センターに対して油防除対策を依頼し、サルベージ会社に船体救助の手配をした。
０８時２７分	大阪支店の社員が現地に向かった。
０８時３５分	本船から、乗組員７人が救助されたとの報告があった。
０９時００分	タグボート３隻の手配を終了したが、現場到着は７～８時間後との連絡があった。
０９時０５分	本船から、船長及び保船要員６人を残して乗組員１４人の救助が終了したとの報告があった。
０９時０８分	本船から、総員退船するとの報告があった。
０９時４０分	海上保安庁に燃料油関係書類を送付した。
１０時０５分	海上保安庁から、総員退船したとの連絡があった。
１０時１０分	現地代理店が乗客７人及び乗組員７人と対面し、乗客の要望等の対応に当たった。
１０時３０分	ヘリコプターで新たに救助された乗組員７人が収容された。 事務長から、乗組員１人が負傷したとの報告があった。
１０時４５分	海上保安庁から、船長及び保船要員６人を救助して尾鷲に向かっているとの連絡があった。
１３時００分	乗客（７人）及び乗組員（１４人）を宿泊施設に移送した。

２．８　気象及び海象に関する情報

2.8.1　気象予報等

(1)　気象庁

気象庁は、１１月１２日１０時３８分現在、三重県南部区域紀勢・東紀

州地域[*35]に海上における平均風速が１５m/s以上に達すると予想される強風注意報及び有義波高が３．０m以上に達すると予想される波浪注意報を発表していた。

(2)　本船での気象情報の把握

船長の口述によれば、ふだんから発航前に気象ファクシミリとインターネットで天気図及び波浪予報図などを入手しており、当日も天気図及び波浪予報図などを入手していた。

2.8.2　気象及び海象

(1)　気象観測値等

①　気象及び海象の推算値

財団法人日本気象協会の推算値（以下「気象協会推算値」という。）による、平成２１年１１月１３日０５時１０分ごろの本事故の発生場所付近における気象及び海象状況は、次のとおりであった。

風向　東北東、風速　１５．３m/s、波向　東、有義波高　４．５９m、波周期　１０s、波長　１５６m

②　遠州灘から熊野灘にかけての波浪状況

a　沿岸波浪図（平成２１年１１月１２日２１時）によれば、大王埼の東方約３０MのH地点（北緯３４°２０′東経１３７°３０′）では、東方から波高４．２m、波周期９s の波浪が寄せていた。（付図４参照）

b　国土交通省港湾局全国港湾海洋波浪情報網（尾鷲沖のＧＰＳ型波浪計　北緯３３°５４．１′東経１３６°１５．６′）の記録によれば、１１月１３日００時ごろから波高約４m、波周期約８ｓの波浪が生じていた。

(2)　気象観測値

本事故の発生場所の北東方約２６Mに位置する尾鷲特別地域気象観測所の観測値は、次のとおりであった。

０５時００分　天気　霧雨、風向　西南西、風速　２．６m/s、視程５．１９km

(3)　乗組員の観測

二等航海士の口述によれば、１１月１３日０２時ごろに風向は北東から

---

*35　「三重県南部区域紀勢・東紀州地域」とは、三重県大紀町、大台町、紀北町、尾鷲市、熊野市、御浜町及び紀宝町をいう。

東に変わり、波高は約３．５ｍであった。

一等航海士の口述によれば、０４時の当直引継ぎ時、風向風速計が示す相対風向及び相対風速から、東北東～東寄りの風、風速約１６～１７m/sと目測した。また、夜明け前のため、暗くて波が見えなかった。

(4)　本事故の発生場所付近を航行していた船舶の観測

事故当時、付近を航行していた船舶６隻における観測値は、おおむね次のとおりであった。

風向　北東～東、風速　約１０．８～１８m/s、波高　約２．５～６ｍ

(5)　海流の影響

海上保安庁の黒潮強流情報（平成２１年１１月１３日）によれば、黒潮は潮岬の南方（北緯３３°付近）を３．０kn 以上の速度で東方に流れ、その後２．０kn 以下となり、駿河湾の南方沖で北東方に流れの向きを変えていた。

(6)　日出時刻等

天測暦（海上保安庁刊行）によれば、本事故当日の尾鷲における日出時刻は０６時２５分で、薄明時間[*36]は１時間２６分であった。

２．９　安全管理に関する情報

2.9.1　関係法令等

(1)　海上運送法及び内航海運業法

海上運送法及び内航海運業法は、海運事業者に対し、輸送の安全を確保するために事業の運営の方針に関する事項、事業の実施及びその管理体制に関する事項、事業の実施及びその管理の方法に関する事項などについて安全管理規程で定めることを義務付けている。

(2)　自動車渡船構造基準

自動車渡船構造基準では、次のように定めている。

４　車両区域

(1)～(5)　省略

(6)　車両区域には、自動車等の左右への過度の移動を防止するため、次に掲げるいずれかの方法によること。

（ｉ）　自動車列間には車両甲板の長さの２／３以上にわたる高さ１２cm以上の桁材を設けること。

*36　「薄明時間」とは、肉眼で６等星が見えなくなる、又は見え始める時刻と日出没時刻との間をいう。

（ⅱ）　摩擦係数（水にぬれた状態での自動車用タイヤに対する値）が０．７以上であって、十分な耐圧強度及び耐久性を有するすべり止め塗料を塗布すること。

(7)　車両区域には、次に掲げる要件に適合する自動車等を甲板に固縛する装置を備えること（湖川港内等航行船にあっては、この限りではない。）。ただし、平水区域及び限定沿海区域（瀬戸内海及び沿海区域の航行予定時間が２時間未満の区域をいう。）を航行する船舶（湖川港内等航行船は除く。）にあっては、（ⅰ）の要件に適合する自動車等を甲板に固縛する装置を備えること。

（ⅰ）　安全率４以上

（ⅱ）　船体のローリング角及び周期２５°及び当該船舶の周期

（ⅲ）　船体のピッチング角及び周期５°及び５秒

(8)～(11)　省略

2.9.2　安全管理規程

Ａ社は、平成１８年１２月２０日から実施の安全管理規程（運航基準、作業基準、事故処理基準等を含む。）において、次のように定めていた。

(1)　運航管理者の職務及び権限（安全管理規程第１８条）

運航管理者は、船舶の運航の管理その他の輸送の安全の確保に関する業務全般を統轄し、安全管理規程の遵守を確実にしてその実施の確保を図ること

(2)　運航の可否判断（安全管理規程第２５条）

①　船長は、適時、運航の可否判断を行い、気象及び海象が一定の条件に達したと認めるとき又は達するおそれがあると認められるときは、運航中止の措置をとらなければならない。

②　船長は、発航前において、航行中に遭遇する気象及び海象に関する情報を確認し、風速が２５m/s 以上、波高が５．０ｍ以上に達するおそれがあるときは、発航を中止しなければならない。（運航基準第２条第２項）

③　船長は、基準航行を継続した場合、船体の動揺等により旅客の船内における歩行が著しく困難となるおそれがあり、又は搭載貨物、搭載車両の移動、転倒等の事故が発生するおそれがあると認めるときは、基準航行を中止し、減速、適宜の変針、基準経路の変更その他適切な措置をとらなければならない。

上記に掲げる事態が発生するおそれのあるおおよその海上模様及び船

体動揺は、風速２０m/s 以上（船首尾方向の風を除く。）、波高４．０m以上、船体横揺れ７°以上である。（運航基準第３条第１項及び第２項）

④　船長は、航行中、周囲の気象及び海象に関する情報を確認し、風速２０m/s 以上若しくは波高４．０mに達するおそれがあると認めるときは、目的港への継続を中止し、反転、避泊又は臨時寄港の措置をとらなければならない。ただし、基準経路の変更により目的港への安全な航行の継続が可能と判断されるときは、この限りではない。（運航基準第３条第３項）

⑤　本船の神子元島沖から潮岬沖に至る常用基準経路は、神子元島沖から潮岬沖への直行経路である。（運航基準第７条）

(3)　固縛装置取付作業等（作業基準第１１条）

①　全ての自動車について車止めを施す。

②　原則として積み込まれた全ての車両（乗用車、トラック、特殊自動車及び危険物積載車）に固縛装置を取り付ける。

③　船内作業指揮者（一等航海士）の指示に基づき木材積載車、トラック、大型自動車等重心の高い自動車にはオーバーラッシングを行う。

④　船長は、航行中に船体動揺が７°以上に達するおそれがあると認めるときは、船内作業指揮者に対し、木材積載車、トラック、特殊自動車等の大型自動車及び危険物積載車について車止めの増強、固縛装置の取付け、オーバーラッシングの実施を指示する。

(4)　船内巡視（作業基準第１４条）

航海中の甲板部による船内巡視は、航海士及び甲板手各１人により当直交替後に旅客、施設、防火、積荷の保安のため、船内各所を巡視し、異常の有無を当直航海士に報告し、その結果を記録簿に記入する。

(5)　非常対策本部（安全管理規程第４７条）

経営トップは、事故の規模あるいは事故の及ぼす社会的影響が大きいため、全社的体制でこれを処理する必要があると認めるときは、事故処理基準に定める非常対策本部を発動し、これを指揮して行うものとする。

(6)　安全教育（安全管理規程第５１条）

安全統括管理者及び運航管理者は、乗組員等に対し、輸送の安全を確保するために必要と認められる事項について理解しやすい具体的な安全教育を定期的に実施し、その周知徹底を図らなければならない。

(7)　訓練（安全管理規程第５２条）

安全統括管理者及び運航管理者は、事故処理に関する訓練を計画し、年

１回以上これを実施しなければならない。訓練は、全社的体制で処理する規模の事故を想定した実践的なものとする。

(8)　内部監査（安全管理規程第５５条）

内部監査を行う者は、年１回以上船舶の状況及び安全管理規程の遵守状況の他、安全マネジメント態勢全般にわたり内部監査を行うものとし、船舶の監査は停泊中及び航海中の船舶について行うものとする。

2.9.3　安全作業手順書

Ｂ社及びＣ社の安全作業手順書によれば、次のとおりであった。

(1)　Ｂ社

Ｂ社は、平成５年に沖縄航路で運航している船舶でのコンテナ積み作業における安全作業手順書を策定し、コンテナを積み重ねる際は必ずコーンを入れること、並びにコンテナ、シャーシ、車両及び特殊車両のラッシングについては、完全に締まるまで締め付け、緩みがないかどうか、また、機材及び本数は適切かどうかを確認することなどを定めていた。

(2)　Ｃ社

Ｃ社は、昭和５８年３月に内航コンテナ船におけるロールオン・ロールオフによる荷役作業を対象とした作業手順及び確認事項を記載した安全作業手順書を策定した。同手順書において、コンテナ及びシャーシの固縛作業については、固縛用チェーンを使用して確実に張ること、固縛用チェーンの張り具合を確認すること、固縛用チェーンに緩みがないか叩いて確認すること、及びラッシングの本数は荷役監督者の指示に従うことなどを定めていた。

2.9.4　非常配置表及び操練並びに内部監査等

船長、乗組員及び運航管理者の口述並びにＡ社の内部監査に関する資料等によれば、次のとおりであった。

(1)　本船は、乗客の誘導などの配置を定めた非常配置表を作成し、乗組員に周知していた。

(2)　本船では、平成２１年１１月４日、那覇港において、乗組員を対象として賄室からの出火を想定した防火操練を実施した。その際、口頭での防水操練及び非常脱出の訓練も実施した。

(3)　Ａ社は、本船に対する内部監査を平成２１年４月２９日から５月１日及び９月２１日から２２日にかけて実施し、内部監査担当者が是正すべき事項を本船側に指摘した。内部監査員は、９月の内部監査において、積載貨

物の固縛について５段階中の４と評価しており、車止め、固縛装置の取り付け、重心の高い自動車に対するオーバーラッシング、船体動揺が７°以上に達するおそれがあると認める場合の固縛装置の増強等について、適切に実施しているとした監査所見を付していた。船長は、１０月２３日、Ａ社に内部監査是正報告書を提出した。

(4)　Ａ社は、平成２１年２月９日、本船が小型貨物船と衝突したとの想定のもとに非常対策本部総合訓練を実施した。

２．１０　船体の傾斜及び荷崩れに関する調査

海技研による調査結果は、概略、次のとおりであった。

2.10.1　気象協会推算値の検証

ＡＩＳ記録及び気象協会推算値によれば、本船は、対地針路約２３５°、速力約２１kn（約１０．８m/s）で航行しており、おおむね左舷船尾３５°から波速約１５．６m/s の波に追い越されていたものと考えることができる。ＡＩＳ記録によれば、本船の速力には周期的な変動が認められ、波浪の影響を強く受ける状況であったものと考えることができる。この変動周期を求めると、約２３ｓであり、波との出会い角、波速及び波周期から計算で求めた船速変化の周期が２３．１ｓであることから、気象協会推算値は妥当なものと考えることができる。

（付図１７　本事故発生直前の船速変化　参照）

2.10.2　復原性に関する計算結果

(1)　出港時の推測

出港時の喫水、本事故後に船長が作成した重量重心計算書、船長の為の復原性資料、貨物別積載総重量明細及び出港時の燃料油量から、排水量（W）は１１，５３０．３５ｔ、自由液面影響[*37]を考慮したメタセンタ高さ（G_0M）は、１．８７ｍと推測した。

（付表１　出港時の重量重心計算書　参照）

(2)　本事故当時の推測

出港時から本事故発生時までに、No.１清水タンク（両舷）から約１０ｔの清水を消費しているものと推測し、また、Ａ社作成の燃料油残量から、本事故当時の排水量は、１１，４８６．９５ｔ、G_0Mは１．８ｍと推測した。

（付表２　本事故時の重量重心計算書　参照）

[*37] 「自由液面影響」とは、船の動揺によって移動する液体が復原性に及ぼす影響のことをいう。

(3)　復原力曲線

①　出港時と本事故時の平水における復原力曲線

出港時及び本事故時の状態の推測結果に基づき、平水における復原力曲線を計算したところ、出港時及び本事故時の平水における復原力曲線に大きな違いはなく、いずれも建造時に想定された満載出港状態よりも大きな復原てこ[*38]（ＧＺ）を有していた。

（付図１８　出港時及び本事故時の平水中復原力曲線　参照）

②　本事故時の波浪中復原力曲線

上記①及び気象協会推算値から、波長と船の長さとの比が１．０（波周期９．８ｓ）の規則波を対象として復原力の減少が大きいと考えられる真追い波中と左斜め３０°追い波中で、船体中央が波の山及び波の下り斜面に位置する状況での計算を行った。なお、波高（Hw）は、４ｍ、６ｍ、８ｍ及び１０ｍの４種類とした。

a　その結果、真追い波中では、船体中央が波の山及び波の下り斜面に位置する場合のいずれにおいても、広い範囲で復原力の減少が見られ、波高が大きいほど平水における出港時と比べて復原力減少の程度は大きく、ＧＺは建造時想定の満載出港時復原力曲線の値を下回る場合が求められた。

ただし、本事故当時の有義波高程度であれば、建造時想定の満載出港時の復原性能を大きく下回ることはないと推測された。

b　左斜め３０°追い波中では、船体中央が波の山及び波の下り斜面に位置する場合においても、海面が船体の左右で非対称の状況となるため、船体中央が波の山に位置する場合は左舷側に、波の下り斜面に位置する場合は右舷側に船体が傾斜して釣り合うこととなる。

波の下り斜面で釣り合う右舷側への傾斜角は、波の山における左舷側への傾斜角よりも大きく、また、波高が大きいほどそれぞれの傾斜角は大きくなる。

（付図１９　本事故時の波浪中復原力曲線　参照）

2.10.3　荷崩れの可能性

船舶に積載している貨物には、重力加速度のほかに船体運動による動的な加速度が作用して荷崩れが発生すると考えられ、荷崩れには「横滑り」と「転倒」が

[*38]　「復原てこ（ＧＺ）」とは、船舶が傾斜したときの船の重心（Ｇ）から浮力の作用線までの垂線距離をいう。船舶の排水量と復原てこの積が復原力となる。

ある。
本船は、Ｃ甲板及びＤ甲板に積載されていたコンテナ及びシャーシ積み貨物の重量が、貨物総重量の約９８％を占めていたことから、これらが荷崩れを生じる概略の船体横傾斜角を求めるため、静的な斜面に置かれたコンテナ及びシャーシの荷崩れについて検討した。
転倒について検討するために、重心位置を推定する必要があり、各船級協会が貨物（コンテナ）の固縛評価手法として使用している重心位置「横位置：中央、高さ：下面より１／３」を使用して転倒モーメントが発生する船体傾斜角を求めた。その結果、本船において最初に転倒すると考えられるコンテナは、船首尾方向に置かれた２段積み２０ft コンテナであり、船体傾斜角が２９°のときであると考えられる。
船体傾斜角が２９°において、コンテナが滑り始めないためには、最大摩擦係数は０．５５以上となる。過去において、コンテナが移動したときの状況（2.6.6参照）から、コンテナと甲板間の最大静止摩擦係数の最小値は０．２７～０．３６程度と推測することができる。
また、機械工学便覧（著作兼発行者　社団法人日本機械学会　昭和５２年発行）では、鋼鉄間の摩擦係数を０．３５～０．４程度であると推奨している。したがって、最大静止摩擦係数の最大値を０．４と考えるのが妥当である。
以上のことから、「転倒」より「横滑り」が先に起きると考えることができる。

(1)　コンテナ

コンテナの横滑りを制限する力は、甲板との間に生じる摩擦力と固縛装置の張力のみである。

最大静止摩擦係数が０．４の時にコンテナが横滑りを始める傾斜角は２２°となることから、横傾斜角が２５°となった時点では、固縛されていないコンテナの大半が横滑りをしていたと考えることができる。

固縛されているコンテナは、固縛されていないコンテナの大半が横滑りを起こした時点で、固縛用チェーンには数個分のコンテナの荷重が作用することから、限界以上の張力が同チェーンに発生して破断し、固縛されていないコンテナと一緒に横滑りをしたと考えることができる。

なお、固縛用チェーンのフックが適切に使用されていなかった場合、固縛用チェーンの破断よりも早くフックが伸びたり、外れたりする可能性がある。また、船体傾斜角が２５°でコンテナが滑り出さないためには、最大静止摩擦係数０．４７以上が必要である。

(2)　シャーシ

多くのシャーシが４点取りで固縛されていたことから、４点取りの固縛

用チェーン、タイヤ、補助脚及び架台の懸架装置との力のバランスを計算した。

タイヤと甲板間の最大静止摩擦係数は、一般的に乾いたアスファルトの路面とタイヤの摩擦係数が０．６～０．８と言われていることから、０．７と仮定し、また、補助脚と架台は、ともに鋼鉄製であることから、０．４とした。

右舷側への横傾斜角が２２°程度になると、左舷側のタイヤは、甲板面方向の力と甲板面の法線方向の力の比が最大静止摩擦係数を超え、甲板面方向の力を受け持つことができなくなると考えられるため、これ以上の傾斜では、甲板面の法線方向の力のみを受け持つと仮定して計算した。甲板面方向の力と甲板面の法線方向の力の比が最大静止摩擦係数を超えた他の懸架装置について、同様の操作を繰り返して計算した。

固縛用チェーンは、破断荷重を超えた場合、破断したと仮定し、ばね常数及び初期張力を零と仮定して計算した。

こうした仮定の下で、２２°以上に横傾斜した状態では、タイヤ、補助脚及び架台の甲板面方向の力が最大静止摩擦力を超え、甲板面方向の力の大半を固縛用チェーンで受けることとなる。

このような状態で、横傾斜角が２７°に達すると、固縛用チェーンの張力が破断荷重を超えるため、同チェーンが破断する可能性がある。１本の固縛用チェーンが破断すると、他の同チェーンに限界以上の張力が発生して連鎖的に破断し、シャーシは横滑りをする。

ただし、固縛用チェーンのフックが適切に使用されていなかった場合、同チェーンの破断よりも早くフックが伸びたり、外れたりする可能性もある。

したがって、Ｄ甲板のコンテナの横滑りとおおむね同時に、または、コンテナの横滑りによる傾斜モーメントに起因する船体傾斜の増大に伴い、シャーシも横滑りをし、その後も傾斜が継続したことにより、次々に横滑りした可能性がある。

2.10.4　傾斜角と傾斜モーメントの関係

(1)　積荷（荷崩れ）との関係

傾斜角に対応する傾斜モーメントは、傾斜角に対応するＧＺに本事故当時の排水量を乗ずることにより求められる。（付図１９、２０参照）

荷崩れが想定される場合、荷崩れをした貨物の重量と貨物の移動量の積を付図２０の縦軸（傾斜モーメント）に当てはめれば、対応する傾斜角を

推測することができる。

(2)　Ｃ甲板での傾斜モーメント

貨物別積載総重量明細及びシャーシ等の積付け状態から、船体の横傾斜により積荷が右舷側に横滑りしたと仮定すると、Ｃ甲板での傾斜モーメントは、合計で２，３７９．０トンメートル（tm）と推測される。

(3)　Ｄ甲板での傾斜モーメント

貨物別積載総重量明細及びコンテナ等の積付け状態から、船体の横傾斜により積荷が右舷側に横滑りしたと仮定すると、Ｄ甲板での傾斜モーメントは、合計で２，１３６．６tmと推測される。

(4)　コンテナ内での重心の移動

コンテナは、大部分が船横方向に積み付けられていたため、船体の右傾斜により、コンテナ内の貨物が右舷側にコンテナの中心からコンテナの長さに対して１／４だけ移動したと仮定すると、コンテナ内での重心の移動による傾斜モーメントは、１，５８８．９tmと推測される。

(5)　Ｃ甲板とＤ甲板で発生する傾斜モーメント

上記(2)、(3)及び(4)を加えた約６，１０４．５tmと推測される。

(6)　Ｂ甲板及びＥ甲板での傾斜モーメント

Ｂ甲板及びＥ甲板に積載されていた乗用車等が、右傾斜により右舷側に横滑りしたと仮定すると、両甲板での傾斜モーメントは３２６．３tm と推測される。

(7)　フィンスタビライザの影響

ジャイロフィン・スタビライザ完成図及びフィンスタビライザ海上試験成績書によれば、本船のフィンスタビライザが発生させる最大傾斜モーメントは、１，０４４tm である。この傾斜モーメントは、本事故当時の平水における復原力曲線から、約２．５°の定常傾斜に相当する。

2.10.5　ＡＩＳ記録による検証

本船の船首方位、速力及び船の長さから回頭角速度の無次元値を求めると、０５時０６分過ぎから左右に大きく振られ、それ以降は回頭角速度が左舷（マイナス）側に大きくなり、左旋回を始めていることが分かる。したがって、０５時０６分過ぎに事故が発生したものと推測される。（付図２１参照）

また、ＡＩＳ記録から求めた船速は、０５時０６分付近で加速していることから、波の下り斜面にいることが分かり、それ以前よりも加速が大きいことから、波傾斜の大きな波に遭遇したものと推測される。

このときの波（以下「第１波」という。）との出会い角は４０°程度と推測さ

れる。出会い波周期を考慮して第２波目について検討すると、第１波以降については船体が左旋回運動の最中であり、出会い角と出会い波周期は時々刻々と変化するが、波の下り斜面と考えられる箇所でも加速しておらず、それまでの船体と波との関係が大きく変化したと考えられることから、ここで大傾斜などの現象が生じたと推測される。

その際の下り斜面での第２波との出会い角は、５５°程度と推測される。（付図２２、２３参照）

第１波と第２波における、波浪中での静的な復原力計算をした。

第１波における船体中央が波の下り斜面に位置する場合の静的な釣り合い点は、有義波高（約４．６ｍ）で約１０°であるが、有義波高の１．５倍（約６．９ｍ）では約２５°となる。

出会い角が大きくなる第２波では、復原力の低下はより顕著に見受けられ、また、静的釣り合い点は有義波高でも約２０°となる。

以上のことから、第１波を受けてコンテナとシャーシの一部に荷崩れが生じたと想定すると、第２波を受けた時には左旋回に伴う外方傾斜も加わって４０°程度の傾斜を生じた可能性がある。（付図２４、２５参照）

2.10.6　大傾斜以後の船体傾斜の推移

本事故において、手動操舵に切り替えたのち、船体傾斜角が約３０°～３５°であった時期（以下「ケース１」という。）、傾斜を軽減するために右舷側ヒーリングタンクのバラスト水を左舷側ヒーリングタンクに移動させた時期（以下「ケース２」という。）、及び右舷側から風を受ける態勢で北西進中、船体傾斜角が約２５°となった時期（以下「ケース３」という。）の３ケースに大きく分けることができ、平水におけるそれぞれのケースでの船体に働く傾斜モーメントと船体傾斜角との関係について考察した。なお、船体に働く傾斜モーメントの要因として、荷崩れ、風圧モーメント、ヒーリングタンク及び浸水を取り上げた。

(1)　風圧モーメントの推定

風圧モーメントについては、藤原の式（「成分分離型モデルを用いた新しい風圧力推定法」藤原敏文、上野道雄、池田良穂、日本船舶海洋工学会論文集第２号　２００５年１２月）を用いて推定した。

表１　　風圧モーメントの推定値

状　　態	ケース１	ケース２	ケース３
風向角	５９°	５９°	（－）６３°
相対風速	１７．５m/s	１７．５m/s	１７．２m/s
船体傾斜角	３０°	３０°	２５°
傾斜モーメント	約２９５tm	約２９５tm	約（－）４００tm

なお、風向角の（－）は、右舷側から風を受ける態勢であること、傾斜モーメントの（－）は、船体傾斜を減少させる傾斜モーメントを示す（以下同じ。）。

(2)　ヒーリングタンクによる調整

本船は、１つのヒーリングタンクに１２０ｔの海水を搭載しており、船体傾斜角が約３０°における右舷側のヒーリングタンクから左舷側のヒーリングタンクへ移動した海水量を船体構造及び傾斜角などを考慮して推測し、傾斜モーメントを算出すると約（－）１，７５５tmとなった。

(3)　浸水量の推測

浸水量は解析的に推測することは困難であり、状況証拠から推測することとした。

本事故では、ケース３の状態を再現することが最も困難なため、ケース３での状態をもとに推測を行った。

また、今回は平水中での定常傾斜を求めるため、浸水はＤ甲板のみとし、自由液面影響は考慮しないこととした。

上記で求めた風圧モーメントとヒーリングタンクの調整による傾斜モーメント、荷崩れで発生する傾斜モーメントを合計すると４，２７５tm となることから、最終的な傾斜角が２３°程度になると仮定すると、浸水による傾斜モーメント約１，０８５tm が必要となり、約１００ｔの浸水量があったものと推測された。

また、約１００ｔの浸水があったとすると、船体傾斜角が約３０°の場合には、より外板側に滞留することから、傾斜モーメントは約１，０９５tmとなる。

(4)　ケース１

上記で求めた傾斜モーメントを合計すると、手動操舵に切換え後の傾斜角は、口述による約３０°～３５°を超過することになる。

本船の針路から考えると、手動操舵に切換え後は左舷側に波を受けてい

る状態で右舷側（波下側）に傾斜しており、手動操舵に切換えた後に、波の打ち込みなどによる浸水が生じることは難しいと推測されることから、浸水は手動操舵に切換える以前に発生したと考えるのが妥当である。

したがって、ケース１の状態では、荷崩れは進行途中であったと考えられる。

表２　手動操舵に切換え後の傾斜モーメントと傾斜角

	傾斜モーメント
荷崩れ	約4，８７０tm
浸水（１００ｔ）	約1，０９５tm
風	約２９５tm
合計	約6，２６０tm
傾斜角	約３０°

(5)　ケース２

ヒーリングタンク調整後の傾斜角は、表２の状態に、荷崩れによる傾斜モーメントを上限まで増加させる一方、上記で求めたヒーリングタンクの調整による傾斜モーメントを減じることで求めることができる。

表３　ヒーリングタンク調整後の傾斜モーメントと傾斜角

	傾斜モーメント
荷崩れ	約6，４３０tm
浸水（１００t)	約1，０９５tm
風	約２９５tm
ヒーリングタンク	約（－）１，７５５tm
合計	約6，０６５tm
傾斜角	約２９°

(6)　ケース３

ヒーリングタンク調整及び左旋回後の傾斜角は、表３の状態に、左旋回をして風を右舷から受けることによる影響を考慮すると求めることができる。

表４　ヒーリングタンク調整及び左旋回後の傾斜モーメントと傾斜角

	傾斜モーメント
荷崩れ	約6，４３０tm
浸水（１００t）	約1，０８５tm
風	約（－）４００tm
ヒーリングタンク	約（－）１，７５５tm
合計	約5，３６０tm
傾斜角	約２３°

２．１１　油等の流出による環境への影響及びその防除に関する情報

2.11.1　漏えいした油

Ａ社の回答書によれば、本事故当時に搭載していた燃料油は、Ｃ重油が約４３１kℓ、Ａ重油が約５３kℓであり、サルベージ会社が回収した海水混じりの燃料油等は約６３０kℓであった。

海上保安庁の広報資料によれば、１１月１４日に座礁している本船付近の海岸線調査を実施したところ、漏えいした油の漂着は認められず、翌１５日１６時３０分の時点では、本船から東方に向けて幅約１５０ｍ、長さ約３，０００ｍの浮流油が認められ、その東端は拡散するとともに消滅していた。

１１月２０日の三重県防災ヘリコプターの調査によれば、本船から南東方に向けて幅約２００～２５０ｍ、長さ約５，９００ｍの帯状の浮流油（極薄い灰色）が確認された。

2.11.2　油性ゴミ（レジンペレット[*39]等）

Ａ社の回答書によれば、御浜町及び紀宝町の海岸等から約３ｔ、和歌山県の海岸等から約２ｔの油性ゴミをそれぞれ回収した。

2.11.3　環境への影響調査

三重県は、平成２１年１２月４日～平成２２年１月２９日にかけて、座礁している本船の周辺漁場の現況及び漁業に関する影響を把握するとともに、船体撤去後と比較するための基礎資料を得ることを目的に潜水目視観察（３９地点)、水質調査（２地点)、底質調査（３地点）及び生物調査（４地点３種類：イセエビ、

[*39] 「レジンペレット」とは、球状、円盤状、輪切り状など様々な形状をした大きさが２～６㎜程度のプラスチック製品の中間材料をいう。プラスチックの種類によっては、ある種の物質と親和性があるため、ときには有害物質を吸着したレジンペレットが生物の体内に入った場合は、生体内の脂肪分に吸収される可能性がある。

サザエ、海藻）を行い、平成２１年度熊野灘海域緊急漁場調査委託業務報告書を発表した。

この報告書によれば、次のとおりであった。

(1)　潜水目視観察結果

①　本船の北方約１００ｍのところで、約３００㎡の範囲内に約２～５㎡の岩礁の崩れが多数確認された。

②　本船の北方約２５０ｍから南方約１５０ｍの範囲にかけて、金属片、毛布、洋服、電卓及び食品袋等が発見され、本船の近傍では大量に散乱している状況が確認された。

(2)　水質及び底質調査結果

本船の周辺で採取した海水及び海底土に対し、油汚染に関する項目について室内分析を実施した結果、油分は検出されなかった。

(3)　生物調査結果

本船の周辺で採取したイセエビ及びサザエ並びに調査海域南側の潜堤等で繁茂している大型海藻類に対し、油汚染に関する項目について室内分析を実施した結果、油分は検出されなかった。

地元漁業協同組合などで結成したフェリー事故対策漁業関係機関連絡会議は、座礁している本船の周辺漁場で採取した魚貝類などから油分が検出されなかったことから、油の汚染を受けていないことの確認ができたとし、平成２２年１月２２日、本船が座礁している場所周辺海域での漁獲物は安全であるとの宣言を行った。

2.11.4　船体の撤去及び貨物等の回収状況

Ａ社の回答書によれば、平成２２年１２月２７日をもって、船体の撤去及び貨物等の回収は終了した。

２．１２　追い波中での操船に関する資料等

(1)　国際海事機関（ＩＭＯ）の REVISED GUIDANCE TO THE MASTER FOR AVOIDING DANGEROUS SITUATIONS IN ADVERSE WEATHER AND SEA CONDITIONS (MSC.1/Circ.1228　２００７年１月１１日)（以下「荒天時の運航ガイダンス」という。）には、追い波状態で航行する場合の危険性について、概略、次のように記載されている。

船体中央が波の山に位置するときには、水中にある船体形状の変化により復原力が低下する。波長が船の長さ（垂線間長）（以下「垂線間長」という。）の０．６～２．３倍のときには、復原力の低下が危険な状態になるおそ

れがあり、波高が高くなるほど復原力の低下は著しくなる。追い波及び斜め追い波においては、復原力が低下した状態が長く続くため、危険性が増大する。

追い波及び斜め追い波を受けて航行中、復原力の低下により横揺れ周期が長くなり、船の横揺れ周期と波の周期が一致したときに大きな横揺れが生じる。これを同調横揺れという。

また、波長が垂線間長の０．８倍以上で有義波高が垂線間長の０．０４倍よりも大きいときには、付図２６に示した危険範囲（以下「高波高の追い波中における危険範囲」という。）に入らないように注意すべきである。この危険範囲に位置しているときには、復原力の低下、同調横揺れなどの危険な現象を誘発する可能性があることから、減速又は針路の変更を行うべきである。（付図２６参照）

洋上においては、波頭が砕けたときに生じる泡を利用して波周期をストップウォッチで計測し、船の長さとの比較又はレーダーで波長を計測することができる。

なお、荒天時の運航ガイダンスは、転覆などの大傾斜を引き起こすおそれがある荒天中の危険に限定したものである。そして、同ガイダンスは、全てのタイプの商船に共通する一般的な性質を示すものであり、個々の船舶にそのまま適用できるものではない。したがって、船長は、このガイダンスを用いる際には、個々の船舶の特性及び荒天時の運動現象をよく観察することが望ましい。

船長及び運航管理者の口述によれば、両人ともに、船尾から大波を受けて航行するとブローチング現象[*40]が生じるなど、追い波の危険性については知っていたが、荒天時の運航ガイダンスに記載された内容については知識がなく、本船では、追い波を受けても大きな動揺を生じたことがなかったことから、追い波に対して強い船であると思っていた。

また、一等航海士の口述によれば、本事故当時は夜明け前のため、暗くて波が見えない状況であったが、約７時の方向から本船の速力に近い追い波であるように感じていた。そして、荒天時の運航ガイダンスに記載された内容については、船長と同様に知らなかった。

[*40] 「ブローチング現象」とは、船舶が斜め追い波を受けて航行中、波の下り斜面で加速され、波と同じ速度で航行する波乗りの状態に陥る場合がある。このような状態になると、波による外力が舵力を大きく上回るため、舵の効きが極端に低下し、操縦不能の極めて不安定な状態となり、斜め追い波の力の作用で、船舶は波に対して横向きになるように旋回するとともに、波の進行方向に大きく横傾斜し、転覆に至ることがある現象をいう。

(2)　文献

「操船通論（八訂版）」（本田啓之輔著　株式会社成山堂書店　平成２０年６月発行）には、「*操船上とくに危険を伴う運動ではないが、大きい追い波を受けると船は前後に周期的な増減の加速運動を続け、ときには船速が波速まで増速されることがある*」と記載されている。

２．１３　フェリーにおける船体傾斜事故事例に関する情報

海難審判庁（平成２０年１０月１日海難審判所に組織改正）の裁決録によれば、追い波を受けながら航行中に大傾斜を生じて荷崩れなどが生じた事故事例は１件発生しており、事故の概要は次のとおりであった。

旅客船（総トン数１３，５３９トン、垂線間長１７５．０ｍ）は、旅客１２５人及び車両２１７台を載せ、茨城県大洗港の港口に向けて転針中、右舷船尾３０°から波高６ｍを超える波浪を受けるとともに波の山に船体中央が乗る状況となり、復原力が減少すると同時に右舷正横付近から風力１０の風を受け、平成１８年１０月２４日１３時１０分、突然、左舷側に４０°の大傾斜を生じた。この大傾斜により、乗客４人及び乗組員１人が負傷し、車両１０３台が損傷した。

３　分　析

３．１　事故発生の状況

3.1.1　事故発生に至るまでの経過

２．１、2.10.3 及び 2.10.5 から、次のとおりであったものと考えられる。

(1)　船長は、京浜港東京区から志布志港に向けて航行するに際し、入手していた気象及び海象情報から、発航中止の条件に達するおそれがないことを確認した。また、熊野灘沖に波高約５ｍの水域が発生することを知ったので、波高約４ｍと予想される紀伊半島寄りの熊野灘を航行することとし、熊野灘では追い波を受けて航行することとなるが、それまでの経験から、本船に７°以上の横揺れが生じることはないと予測した。

(2)　船長は、有明ふ頭に着岸中、一等航海士、二等航海士、荷役監督者及び荷役作業責任者と荷役作業の打合せを行い、Ｃ甲板に積載するシャーシの最前列７台及び最後列３台を６点取りとし、その他の貨物については、いつものように固縛するよう指示をした。

(3)　一等航海士は、出港作業が終了したところで、いつものように甲板長及

び甲板部員とともに積載貨物の固縛状態を見て回り、固縛用チェーンに緩みがないことなどを確認した。

(4)　本船は、剱埼沖に差し掛かった頃、フィンスタビライザを作動させた。

(5)　本船は、針路を神子元島の沖で２５５°に、大王埼の沖で２３７°にそれぞれ転じた。

(6)　船橋当直についていた甲板部員Ａ、Ｂ及びＣは、当直中にそれぞれ船内巡視を行い、固縛用チェーンに緩みがないことなどを確認した。

(7)　本船は、０４時３０分ごろ、２３５°に針路を転じ、約２０．５kn の速力で自動操舵により航行した。

(8)　本船は、０５時０６分ごろ、船首が２２９°に向き、速力が約２１．１kn となったとき、右舷側に約２５°の傾斜を生じたのち、急激に左旋回するとともに漏水警報装置が作動した。

(9)　本船は、このとき積載貨物に荷崩れが始まり、間もなく約４０°の傾斜が生じた。

3.1.2　事故発生日時及び場所

２．１及び 3.1.1 から、本事故の発生日時は、平成２１年１１月１３日０５時０６分ごろで、発生場所は、鵜殿港東防波堤北灯台から１１５．５°　１４．０M付近であったものと推定される。

3.1.3　本事故発生から救助までの経過

２．１、２．７及び2.10.6から、次のとおりであったものと考えられる。

(1)　０５時１４分ごろ、一等航海士は、自動操舵から手動操舵に切換えた。

(2)　船長は、自らが総指揮をとり、一等航海士に操舵などを、二等航海士に海上保安庁などとの連絡を、三等航海士にレーダーの監視などを、機関長及び一等機関士に主機の操作などを、甲板長及び甲板部員Ａにバラスト水の移動などを、事務長及び他の乗組員に乗客の対応などを行わせた。

(3)　０５時２０分ごろ、船長は、本船の船体傾斜角が右舷側に約３０°～３５°になっていることを知った。

(4)　０５時２２分ごろ、船長は、海上保安庁に通報し、ヘリコプターによる救助を要請した。

(5)　０５時２８分ごろ、船長は、A社に連絡して非常対策本部の設置を要請した。

(6)　０５時３０分ごろ、事務長等は、客室区画に赴き、乗客７人全員が救命胴衣を着用し、落ち着いた様子で通路に集合していることを確認した。

(7)　この頃、左舷側のヒーリングタンクがほぼ満水状態となった。

(8)　０５時３３分ごろ、本船は左旋回を開始した。

(9)　その後、本船は、北西進する状況となり、風波を右舷方から受け、船体傾斜角が右舷側に約２５°となった。

(10) ０６時４５分ごろ、乗客７人は、船内の通路等を利用してＡ甲板の左舷側内部通路に誘導され、そこで待機した。

(11) ０７時０４分ごろ、海上保安庁のヘリコプターが到着し、その後来援した機動救難士（２人）の指示により、Ａ甲板の左舷側外部通路から乗客の吊上げ救助が開始された。

(12) ０７時４２分ごろ、乗客７人全員がヘリコプターに救助された。

(13) ０８時０６分ごろ、本船からの油の漏えいが確認された。

(14) この頃、船長は保船要員として乗組員６人を指名した。

(15) ０８時３２分ごろ、乗組員７人がヘリコプターに救助された。

(16) ０９時０３分ごろ、乗組員７人がヘリコプターに救助された。

(17) ０９時０７分ごろ、船長は、船体傾斜が増大したため、保船要員の退船を決断した。

(18) その後、船長及び保船要員６人は、右舷側の膨張式救命いかだを投下して退船し、１０時２１分ごろ警備救難艇に救助された。

3.1.4　負傷者の状況

２.２から、船体傾斜時に乗客２人が軽傷を負い、退船時に保船要員の１人が右上腕骨大結節骨折を負った。

3.1.5　損傷の状況

２.３から、本船は、御浜町の海岸付近において、座礁して横倒し状態となり、その後、波浪等の影響により徐々に船体の崩壊が進行し、平成２２年３月上旬に一部を残して海中に崩れ落ちた。

3.1.6　車両区域における貨物の移動防止措置

２.６及び2.9.1～2.9.3から、次のとおりであったものと考えられる。

(1)　車両区域には、クローバリーフなどの固縛金物が設置され、Ｄ甲板の甲板には滑り止め金具が設置されていた。

(2)　本船建造時、車両区域の甲板には自動車渡船構造基準で定められた基準を満たす塗料が塗布されていたが、本事故発生までの間、同種塗料による塗布（摩擦係数０.７以上）が行われていなかったため、甲板と鋼鉄製の

コンテナなどとの間の摩擦係数が０．４程度であった。

(3)　本船は、破断荷重が１６．０ｔ の固縛用チェーン、２段積みコンテナの固定金具及びシャーシ用架台などを備えていた。

(4)　本事故当時、甲板上に直接コンテナを置いていた。

(5)　本船では、過去に船体が約１５°～１６°傾いたとき、固縛したコンテナ及びシャーシが移動したことがあったが、固縛用チェーンは破断しなかった。

(6)　Ａ社は、コンテナ及びシャーシに対する固縛方法について、検討をしたことはなく、船長及び一等航海士に任せていた。

(7)　Ａ社の安全管理規程（作業基準）並びにＢ社及びＣ社の安全作業手順書に、固縛用チェーンの取り付け及び同チェーンの張り具合などに関する記載はあったが、過度の移動を防止するための効果的な固縛方法などについてのマニュアルがなかった。

(8)　乗組員及び荷役作業者は、以前から実施していた固縛方法を踏襲してコンテナ及びシャーシなどを固縛しており、トラックなどの大型車両にオーバーラッシングをすることはなかった。

３．２　事故要因の解析

3.2.1　乗組員等の状況

(1)　２．４から、船長及び一等航海士は、ともに適法で有効な海技免状を有していた。

(2)　２．４から、Ａ社が運航する貨客フェリーなどに、船長は航海士として約１２年間及び船長として約１か月間の、一等航海士は航海士として約１７年間の、運航管理者は、航海士として５年間、船長として１２年間及び運航管理者として２年間の経験をそれぞれ有していたものと考えられる。

3.2.2　船舶の状況

(1)　2.1.1、2.5.3(2)及び 2.5.3(7)から、本船は、船体、機関、自動操舵装置等に不具合又は故障はなかったものと考えられる。

(2)　2.1.1(6)～(9)、2.5.3(2)及び 2.10.4(7)から、本事故当時、フィンスタビライザに不具合又は故障はなかったものと考えられる。したがって、フィンスタビライザによる強制動揺及びフィンスタビライザの作動不良による船体傾斜はなかったものと考えられる。

3.2.3　気象及び海象の状況

２．８及び2.10.1から、次のとおりであった。

(1)　気象庁は、１１月１２日１０時３８分現在、三重県南部区域紀勢・東紀州地域に強風及び波浪注意報を発表していた。

(2)　本事故発生場所付近において、東北東方から風速約１５m/s の風が吹き、東方から有義波高約４．６ｍ、周期約１０ｓ、波長約１５６ｍの波が寄せていたものと考えられる。

3.2.4　貨物等の積付け状態及び出港時の復原性

2.1.1(2)、2.5.2及び2.10.2から、次のとおりであったものと考えられる。

(1)　貨物等の積載重量は、Ａ甲板が３．２２ｔ、Ｂ甲板が１６．６３ｔ、Ｃ甲板が１,００１．３１ｔ、Ｄ甲板が１,３４３．８ｔ、Ｅ甲板が２５ｔ、そのほかに甲板部の置きタンク等の重量が１３．９ｔで、これらの合計は２,４０３．８６ｔであった。

(2)　シャーシは、主にＣ甲板に積載され、全て船首尾方向に積み付けられていた。

(3)　コンテナは、Ｄ甲板に積載され、概略、左舷船首側、右舷船首側及び右舷船尾側の３つのブロックに分けて船横方向に２段積みされていた。

(4)　トラックは、Ｃ甲板及びＤ甲板に積載され、全て船体中心線付近の場所において船首尾方向に積み付けられていた。

(5)　重機は、Ｃ甲板及びＤ甲板に積載されていた。

(6)　出港時は、ほとんど横傾斜がない状態であった。

(7)　出港時は、建造時に想定された満載出港状態よりも大きな復原てこを有していた。

3.2.5　貨物の固縛

2.1.1(1)、2.6.3(1)、2.6.4、2.6.5及び2.6.7から、次のとおりであった。

(1)　コンテナ

①　２段積みにした上下のコンテナは、コーンで水平方向のずれを抑え、上段コンテナの下部隅金具にサブチェーンのフックをかけていたものと考えられる。

②　コンテナは、各ブロックの舷側側と船体中心線側に、それぞれ船首尾方向に対してほぼ３列おきに固縛用チェーンをとっていたものと考えられる。

③　固縛用チェーンは、その長さがコンテナの高さよりも約０．４ｍだけ

長いものであったことから、コンテナを固縛した状態ではほぼ垂直に近く、過度の移動を防止するための効果的な固縛方法ではなかったものと考えられる。

④　固縛用チェーンの一部のフックは、その先端部分がクローバリーフ及びコンテナの隅金具などに当たり、適切に使用されていなかった可能性があると考えられる。

⑤　適当なクローバリーフなどがない場合には、隣接する下段コンテナの下部隅金具に締付け部のフックをかけていた可能性があると考えられる。

⑥　クローバリーフ専用の金具を備えた締め付け部及びコンテナの隅金具専用のサブチェーンを使用していなかった可能性があると考えられる。

(2)　シャーシ及び車両の固縛

①　タイヤに車止めをかませ、固縛用リングなどにサブチェーンのフックをかけていたものと考えられる。

②　Ｃ甲板に積載した最前列のシャーシ７台及び最後列のシャーシ３台に対しては６点取りとし、その他のシャーシについては４点取りで固縛していたものと考えられる。

③　固縛用リングなどがないシャーシについては、シャーシの車体裏の部材にサブチェーンのフックの先端部分をかけていたものと考えられる。

(3)　トラックなどは、タイヤに車止めをかませ、タイヤのホイールにサブチェーンのフックをかけて４点取りで固縛していたが、オーバーラッシングをしていなかったものと考えられる。

(4)　重機は、車体の前部及び後部の部材などにサブチェーンのフックをかけて４点取りで固縛し、バケットがある場合には、バケットを甲板上に下ろして固縛用ベルトで固縛していたものと考えられる。

(5)　乗用車は、専ら対角線上の前後方向に固縛用ベルトをとって固縛し、タイヤに車止めをかませていたものと考えられる。

3.2.6　運航の可否判断等

2.1.1、2.5.3(2)、2.8.2、２．１２、3.1.1 及び 3.2.3 から、次のとおりであった。

(1)　船長は、京浜港東京区から志布志港に向けて航行するに際し、安全管理規程に定められた発航中止の条件に達するおそれはないと思ったものと考えられる。

(2)　船長は、熊野灘において、波高約４ｍの追い波を受けて航行することとなるが、それまでの経験から、本船に７°以上の横揺れを生じることはな

いと予測したものと考えられる。

(3)　本船は、大王埼から２３７°の針路とし、０４時３０分ごろ針路を２３５°に転じて約２０．５kn の速力で航行しながら、波周期約８～９ｓ及び波高約４ｍの追い波を左舷船尾約３５°から受ける態勢で航行していたものと考えられる。

(4)　本船は、対地速力に周期的な変動が認められ、波浪の影響を受ける状況であったものと考えることができるが、対地速力の変動については、操船上特に危険を伴う状況ではなかったものと考えられる。

(5)　本船は、フィンスタビライザ及び自動操舵装置を作動させて航行していたことから、異常な船体動揺等を生じることも、針路（船首方位）が設定針路から１０°を超えてずれることもなかった可能性があると考えられる。

(6)　一等航海士は、上記(5)の状況であったことから、船長に報告することも、減速や適宜の変針等の措置を講じることもなかったものと考えられる。また、０４時３０分ごろから０５時ごろにかけて起床した船長及び乗組員２人は、本事故発生前に船体の横揺れなどを感じていなかったものと考えられる。

(7)　本事故当時、一等航海士は、夜明け前のため、暗くて波が見えない状況であったものと考えられる。

(8)　船長は、本船では、追い波を受けても大きな動揺を生じたことがなかったことから、追い波に対して強い船であると思っていたものと考えられる。

3.2.7　本船における追い波の危険性に関する解析

２．１２、3.1.1、3.2.3 及び 3.2.6 から、次のとおりであった。

荒天時の運航ガイダンスは、一般的な性質を示すものであり、このガイダンスを用いる際には、個々の船舶の特性及び荒天時の運動現象をよく観察することが望ましいとしたうえで、波長が垂線間長の０．８倍以上で有義波高が垂線間長の０．０４倍よりも大きい場合には、高波高の追い波中における危険範囲に入らないように注意すべきだと記載している。

本船は、波長が垂線間長の０．８倍以上で有義波高が垂線間長の約０．０３倍の海象状況下、追い波を受ける態勢で航行中に大きな船体傾斜を生じた。

以上のことから、本事故発生当時の海象状況下において、左舷船尾約３５°から追い波を受けていたことは、本船にとって高波高の追い波中における危険範囲の状況下を航行していたものと考えられる。

船長は、荒天時の運航ガイダンスに記載された高波高の追い波中における危険範囲についての知識がなかったこと、及び本船では追い波中でも大きな動揺を生

じたことがなかったことから、本船が追い波に対して強い船であると思っていたものと考えられる。

一等航海士は、本事故当時、荒天時の運航ガイダンスに記載された高波高の追い波中における危険範囲についての知識がなかったこと、本事故当時は夜明け前のため、暗くて波が見えない状況であったこと、及び本船が異常な船体動揺等を生じることも、針路（船首方位）が設定針路から１０°を超えてずれることもなかったことなどから、減速や針路の変更の措置をとるべき状況にあると判断することが困難であったものと考えられる。

3.2.8　本事故発生時の左旋回に関する解析

(1)　左旋回の状況

2.1.2 及び 2.5.4 から、次のとおりであった。

①　船首方位２２９°から９０°左旋回に要した時間（５５秒）は、旋回試験における両舷機使用時の９０°左旋回における所要時間よりも短かった。

②　船首方位と対地針路とがなす角（斜航角）は、一般商船が最大舵角をとったときに生じるとされる２０°前後の斜航角（文献「操船通論」）よりも大きく、０５時０７分０４秒に４５°となった。

③　本事故発生時の旋回径は、旋回試験における両舷機使用時の旋回径よりも約１３０ｍ、片（右）舷機使用時の左旋回の旋回径よりも約３０ｍそれぞれ小さく、舵及び機関を使用した場合に比較して急激な左旋回であったものと考えられる。

(2)　左旋回の発生要因

2.5.3(2)及び上記(1)から、本事故発生時の左旋回は、自動操舵時などの転舵によるものではなく、左舷後方からの追い波などにより、船体に旋回モーメントが生じたものと考えられる。

3.2.9　本事故発生時の船体傾斜及び荷崩れ等に関する解析

(1)　船体傾斜

2.10.5 及び 3.1.1 から、本船は、波長が本船の長さ程度で、波周期約１０ｓ、有義波高約４．６ｍの追い波を左舷船尾から受けながら航行しており、船体中央が波の下り斜面にある場合の静的な釣り合い点は、有義波高の１．５倍（約６．９ｍ）で約２５°となることから、左舷船尾約４０°から波高約６．９ｍの第１波を受け、その波の下り斜面に船体中央が位置する状況となったとき、右舷側に約２５°の傾斜が生じたものと考えられ

る。

(2)　荷崩れ等

2.1.1(7)、2.5.3(1)、2.6.6、2.6.7、2.10.3～2.10.6 及び 3.1.1 から、次のとおりであったものと考えられる。

①　本事故発生以前においてコンテナが移動したときの状況及び滑り止め塗料がはく離していたＤ甲板にコンテナが直接置かれていたことから、コンテナと甲板間の最大静止摩擦係数は、鋼鉄間の０．４程度であった。コンテナが横滑りを始める傾斜角は、２２°となることから、横傾斜角が２５°となった時点では、固縛されていないコンテナの大半が横滑りをしていた。

②　固縛されていたコンテナは、固縛されていないコンテナの大半が横滑りを起こした時点で、固縛用チェーンに数個分のコンテナの荷重が作用するため、限界以上の張力が同チェーンに発生して破断し、固縛されていないコンテナと一緒に横滑りをした。

③　タイヤと甲板間の最大静止摩擦係数は、乾いたアスファルトの路面とタイヤの摩擦係数から０．７、補助脚及び架台と甲板間の同係数は、鋼鉄間の０．４程度とすると、船体が２２°以上に横傾斜した状態では、シャーシのタイヤ、補助脚及び架台の甲板面方向の力が最大静止摩擦力を越え、甲板面方向の力の大半を固縛用チェーンで受けることとなった。

④　③の状態で、横傾斜角が２７°に達すると、シャーシの固縛用チェーンの張力が破断荷重を超えるため、同チェーンが破断した。

⑤　シャーシの固縛用チェーンが１本破断すると、他の同チェーンに限界以上の張力が発生して連鎖的に破断し、シャーシは横滑りをした。

⑥　船体の傾斜により、コンテナ内の積荷が右舷側に移動した。

⑦　本船は、第１波を受けて上記①～⑥のような荷崩れが進行している状況下、左舷船尾約５５°から第２波を受け、その波の下り斜面に船体中央が位置する状況となったとき、左旋回に伴う外方傾斜も加わって右舷側に約４０°を超える船体傾斜が生じた。

⑧　本船は、上記⑦の状態となったとき、Ｃ甲板の車両区域船尾端又は右舷側外板にある通風口などから波が打ち込んだ。

なお、固縛用チェーンのフックが適切に使用されていなかった場合、固縛用チェーンの破断よりも早くフックが伸びたり、外れたりすることから、上記の船体傾斜角よりも小さい角度で荷崩れが生じた。

3.2.10　本事故後の船体運動に関する解析

2.1.1(8)及び2.1.2 から、次のとおりであった。

(1)　本船は、自動操舵の状態で第１波及び第２波を受けて急激な左旋回をしたのち、右旋回して南東方に船首を向ける状態となったが、右旋回の理由を明らかにすることはできなかった。

(2)　本船は、その後右舵をとったが、右転しなかったことについては、右舷側に約３０°～３５°傾斜していたことによる旋回に寄与する舵圧の減少、右旋回に対する船体抵抗の増加及び右舷機と左舷機の出力差などが考えられるが、正確な理由を明らかにすることはできなかった。

3.2.11　本事故後の船体傾斜の推移に関する解析

2.1.1(8)及び(9)、2.5.3 並びに 2.10.6 から、次のとおりであった可能性があると考えられる。

(1)　本船は、手動操舵に切り替えた頃、左舷側からの風、約１００ｔの浸水及び荷崩れの進行により、船体傾斜角が約３０°であった。

(2)　本船は、左舷側のヒーリングタンクがほぼ満水状態となった頃、左舷側からの風、約１００ｔの浸水及び貨物の荷崩れにより、船体傾斜角は約２９°となった。

(3)　本船は、左旋回して北西進を開始した頃、右舷側から風を受ける状況となったため、船体傾斜角は約２３°となった。

(4)　本船は、北西進中、右舷側に風波を受けていたため、Ｃ甲板の車両区域船尾端又は右舷側外板にある通風口などから波が打ち込み、浸水量が増加して船体傾斜が増大した。

3.2.12　本事故発生に関する解析

2.1.1、２．６、２．９、2.10.3、3.1.1、3.1.3、3.1.6、3.2.4～3.2.9 及び 3.2.11 から、次のとおりであった。

(1)　本船は、乗客７人を乗せ、コンテナ及びシャーシなどを積載して熊野灘を南西進中、左舷船尾約４０°から第１波を受け、右舷側に約２５°の傾斜を生じて荷崩れが始まり、引き続く第２波を受けて更に傾斜が増した。本船は、復原措置として左舷側のヒーリングタンクをほぼ満水状態とし、右舷方から風波を受ける態勢としたので、船体傾斜が減少したが、しばらくして再び増大し始め、乗客及び乗組員が救助されたのち、御浜町の海岸付近において、座礁して横倒し状態になったものと考えられる。

(2)　Ａ社は、本船の車両区域にクローバリーフなどの固縛金物を設置し、固

縛用チェーンなどの固縛機材を備えていたが、コンテナ及びシャーシに対する固縛方法について検討したことはなく、過度の移動を防止するための効果的な固縛方法についてのマニュアルなどを策定していなかったものと考えられる。また、A社は、本船の車両区域の甲板に滑り止め塗料を本船建造時に塗布したが、本事故発生までの間、C甲板及びD甲板に同塗料が塗布されておらず、両甲板の塗装がはく離していたことから、自動車渡船構造基準で定められた基準を満たす自動車等の左右への過度の移動を防止するための措置を講じていなかったものと考えられる。このため、C甲板及びD甲板は、コンテナ、補助脚及び架台と甲板間の最大静止摩擦係数が、鋼鉄間の０．４程度であったものと考えられる。

(3)　コンテナは、３つのブロックに分けて大部分が船横方向に２段積みされ、各ブロックの舷側側と船体中心線側にほぼ３列おきに固縛用チェーンをとって固縛していたが、過度の移動を防止するための効果的な固縛方法ではなかったものと考えられる。

(4)　シャーシは、主にC甲板に積載され、最前列の７台及び最後列の３台が６点取りとし、その他のシャーシについては４点取りで固縛されていたものと考えられる。

(5)　本船は、出港時、重量約２，４００ｔの貨物等を積載し、ほとんど横傾斜がなく、建造時に想定された満載出港状態よりも大きな復原てこを有していたものと考えられる。

(6)　本船は、本事故発生当時、本船にとって高波高の追い波中における危険範囲を航行していたが、フィンスタビライザを作動させていたため、異常な船体動揺等を生じることがなく、また、針路（船首方位）が設定針路から１０°を超えてずれることがなかったことから、自動操舵で航行を続けたものと考えられる。

(7)　本船は、上記(6)の状況下、左舷船尾約４０°から船の長さに近い波長及び波高約６．９ｍの第１波を受け、その波の下り斜面に船体中央が位置する状況となったとき、右舷側に約２５°の傾斜を生じるとともに急激に左旋回したものと考えられる。

(8)　このとき、固縛されていない大半のコンテナは、横滑りをし、また、固縛されていたコンテナは、固縛用チェーンに数個分のコンテナの荷重が作用したため、限界以上の張力が同チェーンに発生して破断し、固縛されていないコンテナと一緒に横滑りをしたものと考えられる。

(9)　コンテナ内の積荷は、船体傾斜により右舷側に移動した。

(10)　一方、シャーシは、船体が２２°以上に横傾斜した状態では、甲板面方

向の力の大半を固縛用チェーンで受けることとなり、横傾斜角が２７°に達すると、固縛用チェーンの張力が破断荷重を超えるため、同チェーンが破断したものと考えられる。

固縛用チェーンは、１本が破断すると、他の同チェーンも連鎖的に破断し、シャーシは横滑りをしたものと考えられる。

(11) 本船は、上記(7)～(10)のようにして横滑りなどによる荷崩れが始まり、荷崩れが進行している状況下、左舷船尾約５５°から第２波を受け、その波の下り斜面に船体中央が位置する状況となったとき、左旋回に伴う外方傾斜も加わって右舷側に約４０°を超える船体傾斜が生じたものと考えられる。

(12) 本船は、その後、復原措置として左舷側のヒーリングタンクをほぼ満水状態とし、右舷方から風を受ける態勢としたため、右舷側への傾斜が減少したが、陸岸に向けて北西進中、Ｃ甲板の車両区域船尾端又は右舷側外板にある通風口などから波が打ち込み、浸水量が増して傾斜が増大した可能性があると考えられる。

(13) 自動車渡船構造基準に定められた自動車等の左右への過度の移動を防止するための措置を講じていれば、船体傾斜角が約２５°となっても、コンテナが横滑りをすることはなかった可能性があると考えられる。

以上のことから、Ａ社は、荒天時の運航ガイダンスに記載されている追い波状態で航行する場合の危険性について安全管理規程（運航基準）などに掲載し、運航に携わる航海士などに対してその危険性の周知徹底を図ることが望ましい。また、Ａ社は、クローバリーフ専用の金具を取り付けた締付け部及びコンテナの隅金具専用の金具を取り付けたサブチェーンの使用並びに積載貨物に対する効果的な固縛方法について検討するとともに、甲板への滑り止め塗料の塗布及び桁材又は着脱式コーンなどの移動防止装置の設置について検討することが望ましい。

３.３　被害の拡大防止に関する解析

2.1.1、2.5.3、2.9.4、3.1.3 及び 3.1.4 から、次のことが被害の拡大防止に関与したものと考えられる。

(1)　船橋当直者以外の者は、船体傾斜時、室内で就寝中又はそれに近い状態にあったため、海中転落などの重大な被害を生じなかったこと

(2)　本船は、非常配置表の作成及び操練の実施により、船長を総指揮とした体制が構築されていたため、非常時における対応が組織的に行われたこと

(3)　本船は、船体傾斜時、乗客及び乗組員に重傷者が発生しなかったこと、乗客及び乗組員に対して現状及び救助要請について説明したこと、乗客が少人

数であったために指示の伝達が容易であったこと、及びヘリコプターによる救助が実施されるまでの間、船体の傾斜が比較的安定していたことから、船内がパニック状態に陥らなかったこと

(4)　船長が、船体傾斜を増大させることなく左旋回させ、陸岸近くに至るように操船したこと

(5)　乗客７人全員及び乗組員１４人（船長及び保船要員を除く。）が、ヘリコプターにより本船から直接救助されたこと

(6)　船長及び保船要員６人が海中に飛び込む際、機動救難士が波浪の状況を見計らって指示を出したこと

なお、保船要員等の退船に際し、船体傾斜角が２０°以内であればシューターを利用することができ、より安全に退船することができたものと考えられる。

３．４　油等の流出による環境への影響

２．１１から、横転状態の本船から燃料油等の漏えい及び油性ゴミの流出を生じたが、燃料油等は浮流油となって沖合で拡散消滅し、海岸に漂着した油性ゴミは回収された。また、座礁している本船の周辺で採取した海水及び海底土並びに生物から油分が検出されなかったことから、本船の座礁場所付近における漁獲物の安全宣言が行われたものと考えられる。

４　結　論

４．１　分析の要約

(1)　事故発生に至る経過

本船は、乗客７人を乗せ、コンテナ及びシャーシなどを積載し、東方からの波を左舷船尾に受けながら熊野灘を南西進中、第１波を受けて右舷側に約２５°の傾斜を生じ、コンテナなどの荷崩れが始まり、第２波を受けて更に傾斜が増したものと考えられる。また、復原措置により傾斜が減少したものの、陸岸に向けて北西進中に再び傾斜が増大し、乗客及び乗組員が救助されたのち、御浜町の海岸付近で座礁して横倒し状態になったものと考えられる。

本事故により、乗客２人及び乗組員１人が負傷した。

(2)　第１波による約２５°の傾斜等の発生

本船は、波長が本船の長さ程度で、波周期約１０ｓ、有義波高約４．６ｍの追い波を左舷船尾から受けながら航行しており、船体中央が波の下り斜面

にある場合の静的な釣り合い点は、有義波高の１．５倍（約６．９ｍ）で約２５°となることから、左舷船尾約４０°から波高約６．９ｍの第１波を受け、その波の下り斜面に船体中央が位置する状況となったとき、右舷側に約２５°の傾斜が生じるとともに急激に左旋回したものと考えられる。

(3)　コンテナ等の荷崩れの発生及び第２波による傾斜

次のとおりであったものと考えられる。

①　Ａ社は、本船に固縛金物を設置し、固縛機材を備えていたが、コンテナ及びシャーシに対する固縛方法について検討したことがなく、過度の移動を防止するための効果的な固縛方法などについてのマニュアルを策定していなかった。また、本事故当時、車両区域の甲板に自動車渡船構造基準で定められた基準を満たす塗料が塗布されておらず、本事故発生以前においてコンテナが移動したときの状況及び滑り止め塗料がはく離していたことから、Ｃ甲板及びＤ甲板は、コンテナ、補助脚及び架台と甲板間の最大静止摩擦係数が、鋼鉄間の０．４程度であった。

②　コンテナは、大部分が船横方向に２段積みにされ、ほぼ３列おきに固縛用チェーンで固縛していたが、固縛用チェーンは、その長さがコンテナの高さよりも約０．４ｍだけ長いものであったことから、コンテナを固縛した状態ではほぼ垂直に近く、過度の移動を防止するための効果的な固縛方法ではなかった。

③　シャーシは、主にＣ甲板に積載され、最前列の７台及び最後列の３台が６点取りとし、その他のシャーシ（３４台）については４点取りで固縛されていた。

④　本船は、右舷側に約２５°の傾斜が生じたとき、コンテナが横滑りを始めた。

⑤　シャーシは、横傾斜角が２７°に達すると、固縛用チェーンの張力が破断荷重を超えるため、同チェーンが破断した。固縛用チェーンが１本破断すると、他の同チェーンが連鎖的に破断し、シャーシが横滑りをした。

⑥　本船は、横滑りなどの荷崩れが生じたため、左舷船尾約５５°から波高約４．６ｍの第２波を受け、その波の下り斜面に船体中央が位置する状況となったとき、左旋回に伴う外方傾斜も加わって右舷側に約４０°の傾斜が生じた。

(4)　乗客等の救助

乗客７人全員及び乗組員１４人は、来援した海上保安庁のヘリコプターで救助され、船長及び保船要員６人は、膨張式救命いかだを投下して退船し、その後、警備救難艇に救助された。

(5)　事故発生の要因

本船は、熊野灘を南西進中、本船にとって高波高の追い波中の危険範囲の状況下を航行していたため、左舷船尾約４０°から波高約６．９ｍの第１波を受けた際、右舷側に約２５°の傾斜が生じ、コンテナ等の積載貨物が横滑りなどの荷崩れを生じたものと考えられる。

船長及び一等航海士は、高波高の追い波中の危険範囲についての知識がなく、また、船長は、本船では追い波中でも大きな動揺を生じたことがなかったことから、追い波に対して強い船であると思っていたものと考えられる。

Ａ社は、本船の車両区域の甲板に滑り止め塗料を本船建造時に塗布したが、本事故発生までの間、Ｃ甲板及びＤ甲板に同塗料を塗布しておらず、両甲板の塗装がはく離していたことから、自動車渡船構造基準で定められた基準を満たす自動車等の左右への過度の移動を防止するための措置を講じていなかったものと考えられる。

４．２　原因

本事故は、夜間、本船が、熊野灘を南西進中、本船にとって高波高の追い波中における危険範囲の状況下を航行していたため、左舷船尾約４０°から波高約６．９ｍの波を受けた際、右舷側に約２５°の傾斜が生じ、積載貨物が横滑りなどの荷崩れを生じたことにより発生したものと考えられる。

本船が、高波高の追い波中における危険範囲の状況下を航行していたのは、船長及び一等航海士が、同危険範囲についての知識がなく、また、船長が、本船では追い波中でも大きな動揺を生じたことがなかったことから、追い波に対して強い船であると思っていたことによるものと考えられる。

積載貨物が横滑りをしたのは、Ａ社が、車両区域の甲板に自動車渡船構造基準に定められた過度の移動を防止するための措置を講じていなかったことによるものと考えられる。

５　所　見

本事故は、追い波を受けて航行中に約２５°の船体傾斜が生じるとともに、荷崩れが生じたことにより発生したものと考えられる。

船舶運航会社は、海上において人命及び輸送の安全を預かる自らの使命を再確認し、荒天時の運航ガイダンスに記載されている追い波状態で航行する場合の危険性

について安全管理規程（運航基準）などに掲載するとともに、船舶の運航に携わる者に対し、安全教育を実施して同危険性の周知徹底を図ることが望ましい。また、船体傾斜によるコンテナの横滑りを防止するために、積載貨物に対する効果的な固縛方法について検討するとともに、車両区域甲板への滑り止め塗料の塗布並びに桁材及び着脱式コーンなどの移動防止措置の設置について検討することが望ましい。

6　参考事項

６．１　Ａ社の事故後の対応

Ａ社は、安全管理規程（第５０条）の定めに従い、平成２１年１１月１５日事故調査委員会を設置し、本船乗組員からの聞き取りなどによる本事故の原因及び事故処理の適否について調査を開始した。

その結果、Ａ社の事故調査委員会は、次のような結論に至った。

(1)　本事故の原因については、不明要素が多く、Ａ社の事故調査委員会では判断が困難であることから、公的機関の調査を見守ることとした。

(2)　乗組員の乗客への対応については、是認するものであった。

また、Ａ社は、事故再発防止策として、次のような措置を講じるとともに国土交通省に講じた内容を報告した。

(1)　積載貨物の固縛（ラッシング）について、次のことなどを社命として各船に通達した。

①　全ての自動車に車止めを施すこと

②　全ての車両にラッシングを施すこと

③　天候のいかんにかかわらず重量物積載車及び重心の高いシャーシ、トラック等については必ずオーバーラッシングを確実に実施すること

④　悪天候が予想される場合、全てのシャーシ及び大型車両はラッシングの補強をするとともにオーバーラッシングを実施すること

⑤　コンテナ及びルーズ貨物のラッシングについても強化徹底すること

(2)　貨物の積付け等について、次のことを社命として各船に通達した。

①　貨物等の積付けについて、左右上下のバランスを考慮すること

②　船体の復原力を確保するため、下層甲板への積込みを欠かさないこと

③　船内巡視については、安全管理規程（作業基準）を遵守すること

(3)　積載貨物の固縛方法について、新たに策定した固縛作業マニュアルに従って確実な固縛を行うよう各船に指示した。

(4)　新たに策定した固縛作業マニュアルには、概略、次のように記載されている。

①　固縛の角度は、水平面、かつ垂直面に対して３０°～６０°になるように装着する。

②　貨物と甲板等との間の摩擦力が不十分な場合は、摩擦力を増加させるためにソフトボード、ダンネージ材等適当な資材を用いる。

③　荒天が予想された場合は、増し締め、増し取り、オーバーラッシングを実施する。

④　大型トラックは、固縛用チェーンもしくは固縛用ベルトにて６点取りとし、オーバーラッシング１本装着を基本とする。

⑤　シャーシは、固縛用チェーンにて６点取りを基本とする。荒天時は、車体形状、重量に応じて固縛用チェーン及びオーバーラッシングなどの増し取りを実施する。

⑥　重機、特殊車両は、固縛用チェーンの装着数を重量２０ｔ未満が４本、２０ｔ以上４０ｔ未満が６本、４０ｔ以上が８本程度を目安とする。

⑦　船倉内積みのコンテナについては、独立して平積みする場合、固縛用チェーンを４箇所にとる。２段積みする場合は、コーンを２箇所に設置し、３列おきを基本に固縛用チェーンにて甲板上の固縛金物に固定するか、コンテナ同士を連結する。車両（トラックやシャーシ）と混載する場合や荒天時は、固縛用チェーンを増し取りする。

⑧　固縛用チェーン及び固縛用ベルトの廃棄基準等を定めた。

なお、Ａ社は、安全管理規程で定めた内部監査において、監査員に外部の者を加えた。

６．２　国土交通省の対応

6.2.1　Ａ社等に対する立入検査及び指導

国土交通省は、平成２１年１１月２６日Ａ社に対して海上運送法に基づく立入検査を実施し、平成２２年１月１３日、Ａ社に対して安全管理規程に従った船内巡視の徹底、同規定の作業基準の見直し、取扱貨物の固縛マニュアルの作成及び運航中の船舶における確実な貨物の固縛の徹底について指導した。また、長距離フェリー航路を中心に１８事業者２４航路に対し、貨物固縛状態の確認のための立入検査を実施した。

その結果、安全管理規程に従った船内巡視の徹底、同規程の作業基準の見直し、取扱貨物の固縛マニュアルの作成及び運航中の船舶における確実な貨物の固縛の徹底を指導した。

6.2.2　関係業界に対する注意喚起

国土交通省は、平成２２年４月６日、関係業界に対し、荒天時の運航ガイダンスに記載されている追い波状態で航行する場合の危険性と操船上の注意事項をとりまとめて注意を促した。

6.2.3　事故再発防止対策の検討

国土交通省は、学識経験者及び関係業界により構成された「フェリー大傾斜事故防止対策検討委員会」を設置し、荒天中の運航において船体大傾斜を防止するための方策、船体傾斜による貨物の移動を防止するための方策及びフェリー等の安全性向上のための方策について、検討を行っている。

付図１　航行経路図（その１）

付図２　航行経路図（その２）

付図３　航行経路図（その３）

付図４　沿岸波浪図
（２００９年１１月１２日２１時）

WAVE OBSERVATION

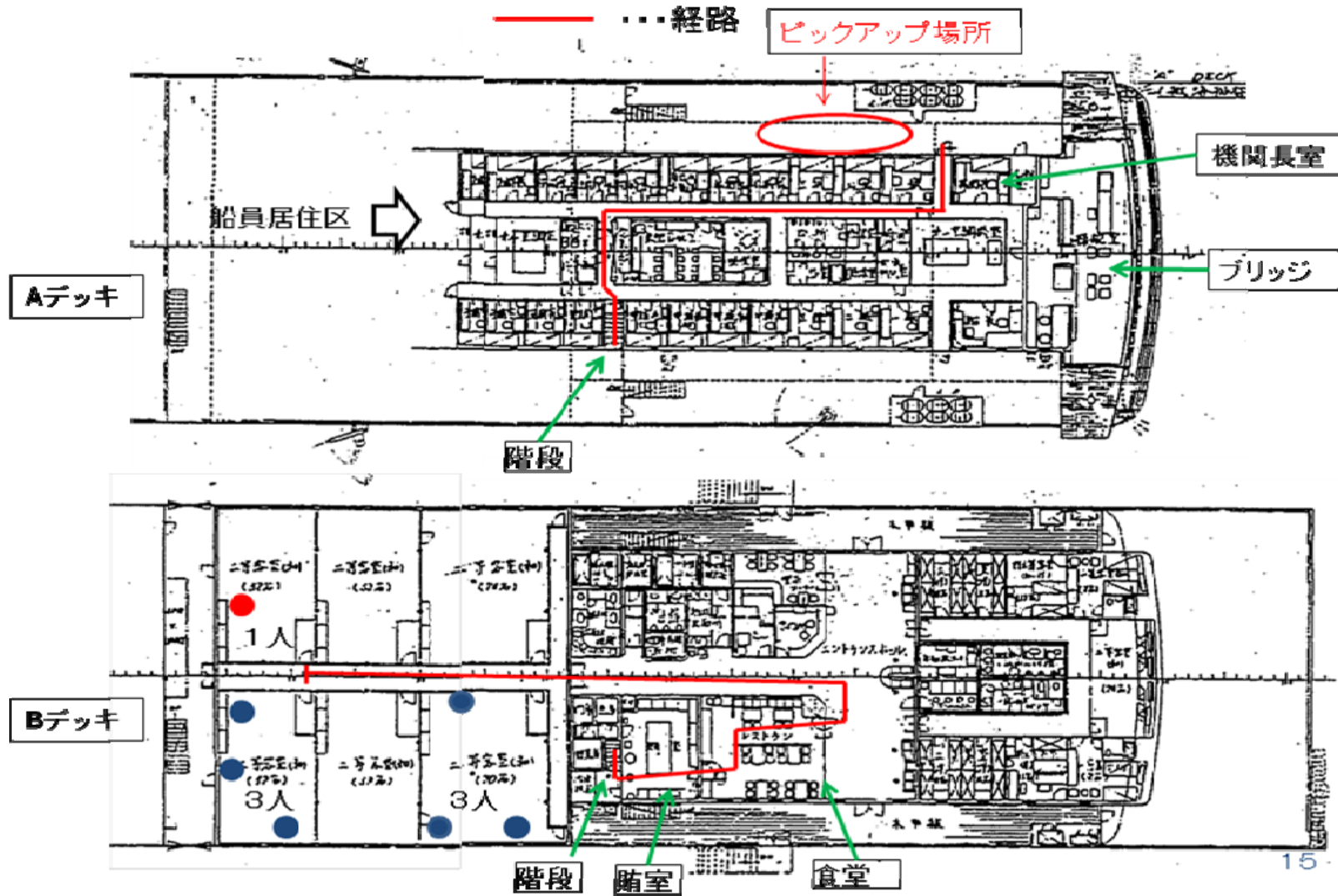
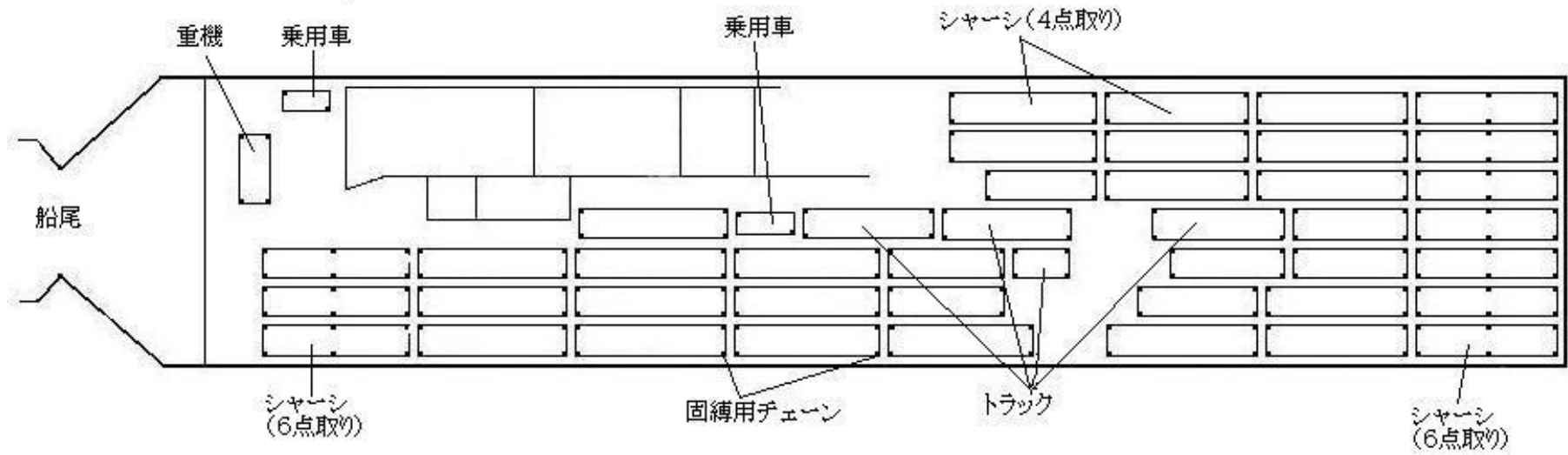
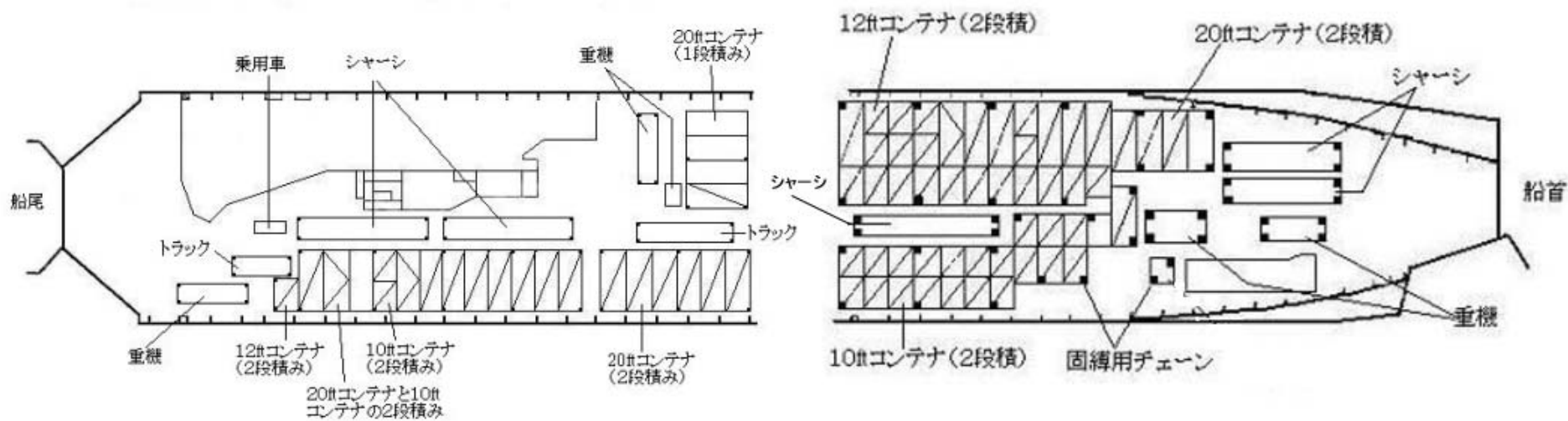
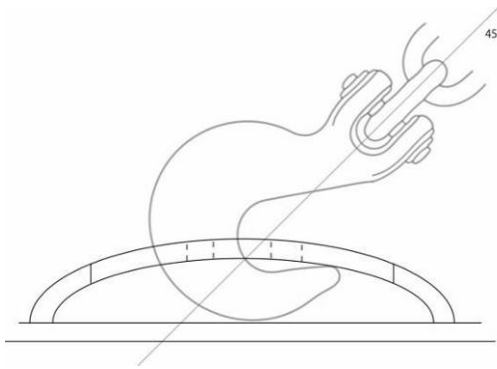
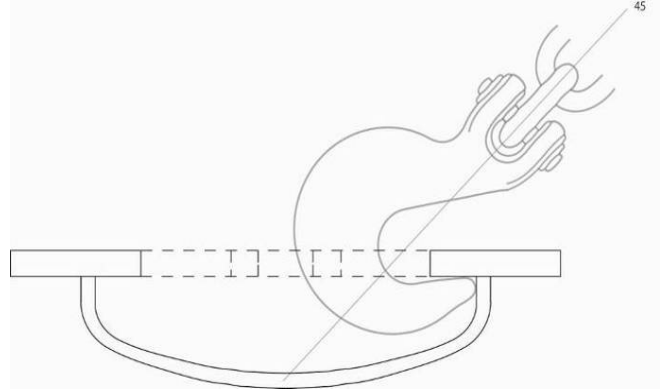
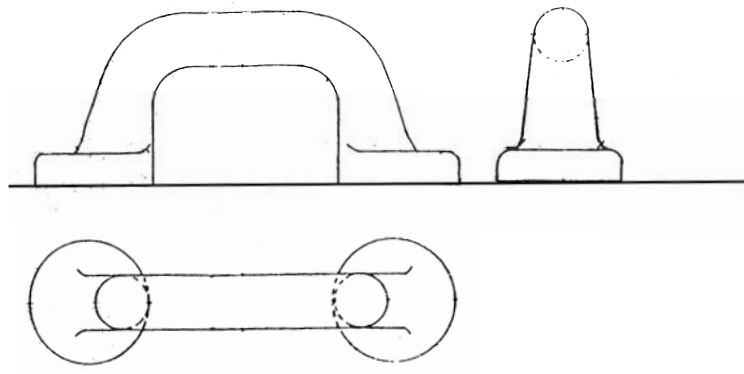
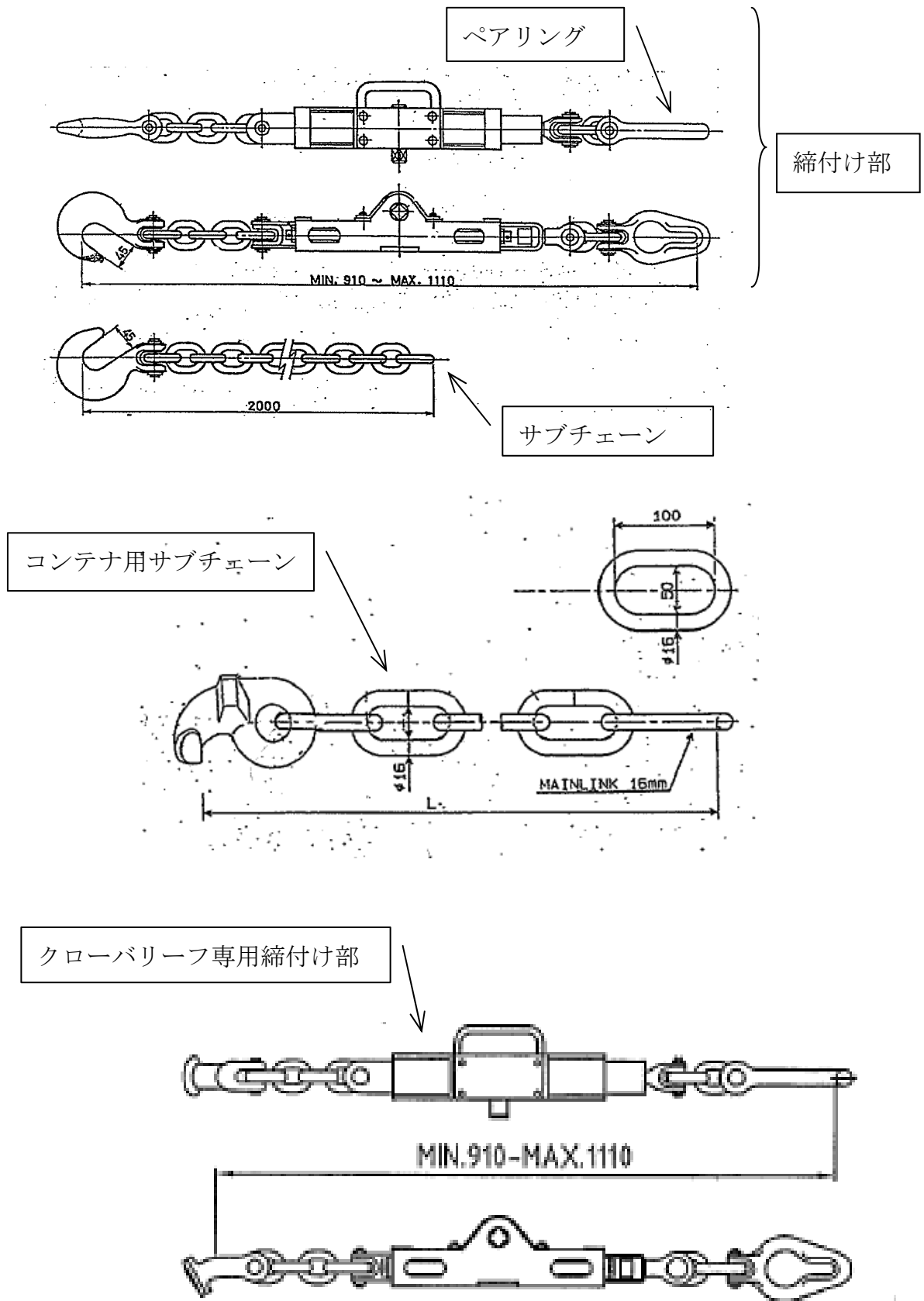
No.	(sec)/(m)	No.	(sec)/(m)
430	4/0.4	750	8/3.1
590	9/2.6	817	9/2.2
656	6/2.2	827	8/1.3

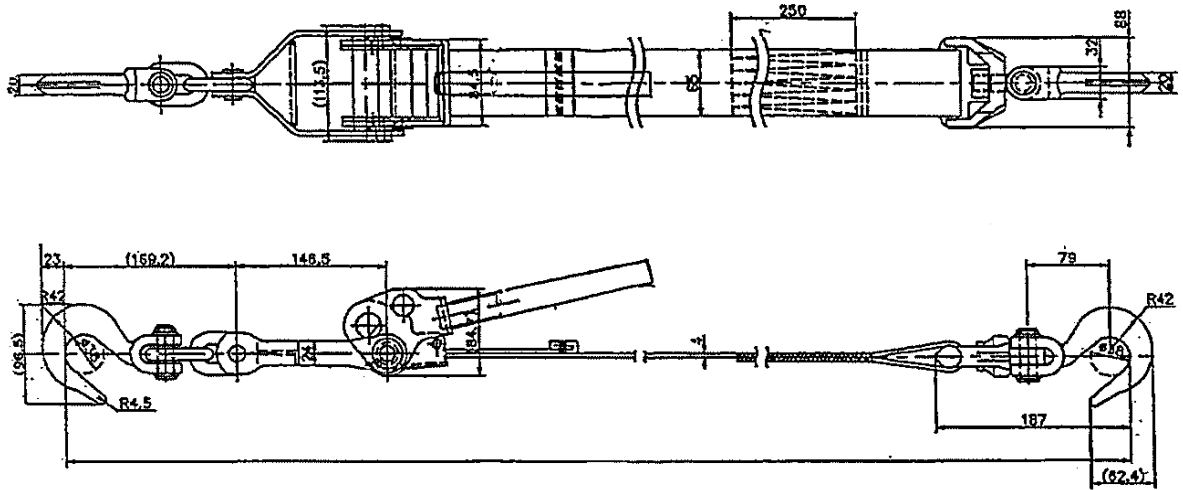
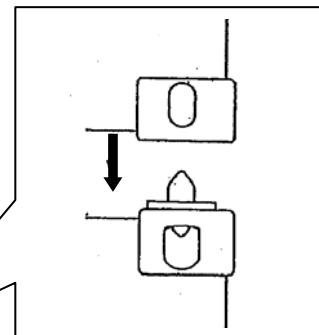
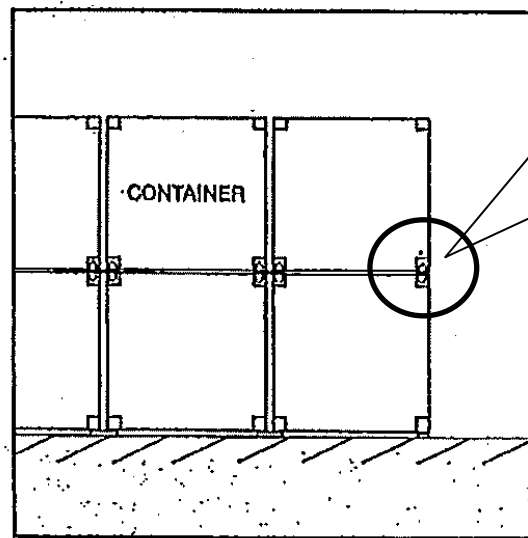
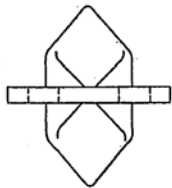
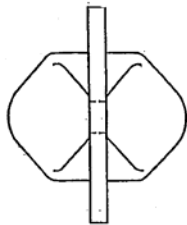
WAVE ANALYSIS

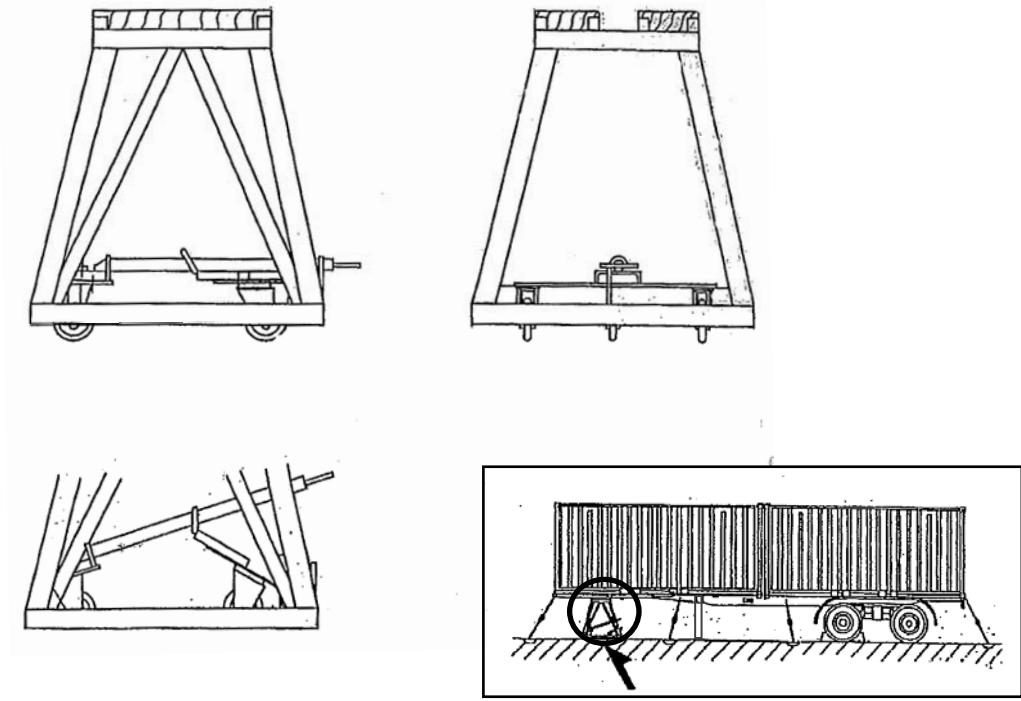
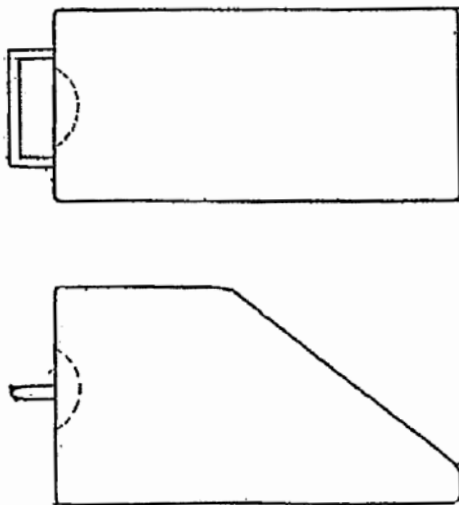
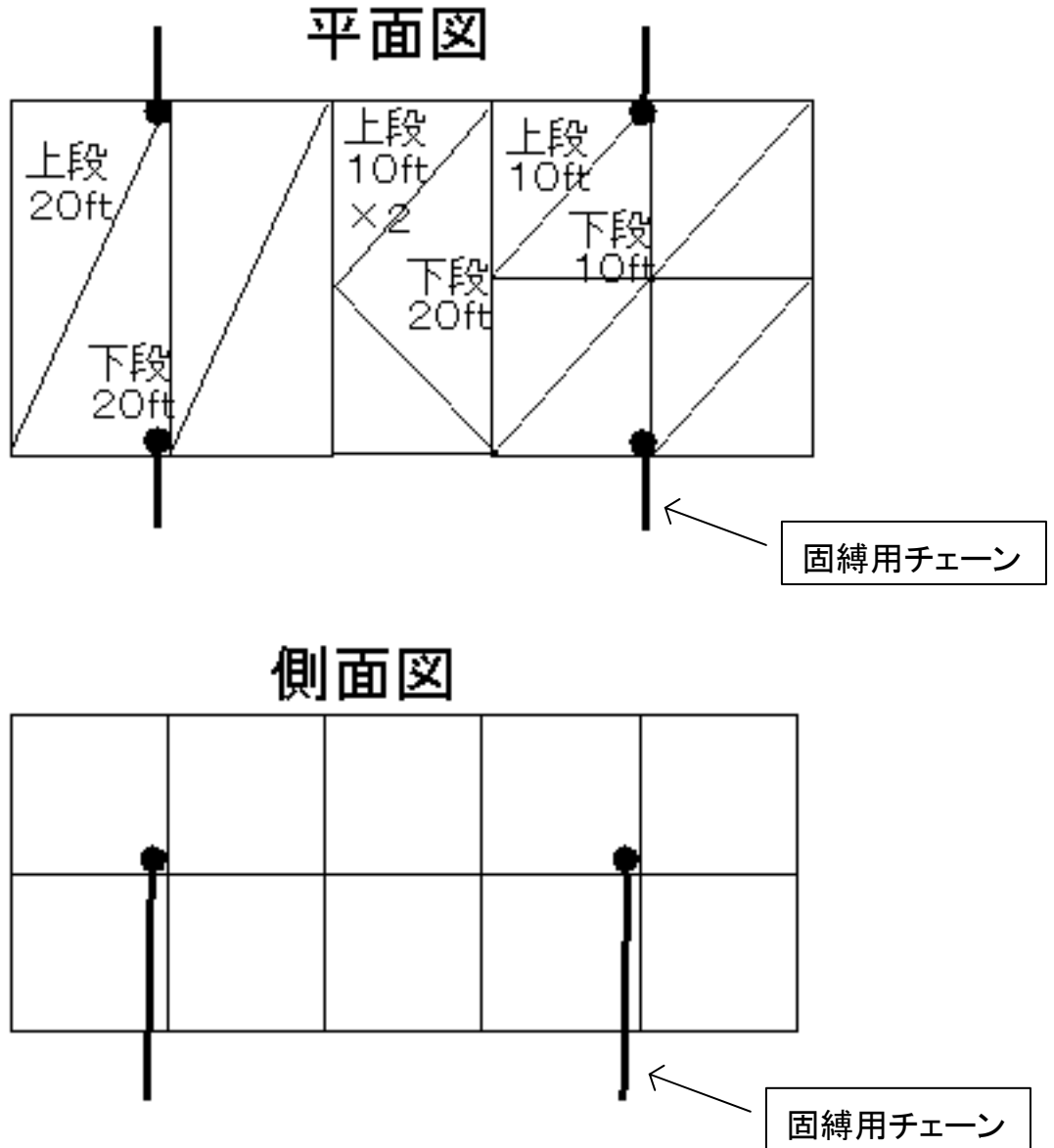
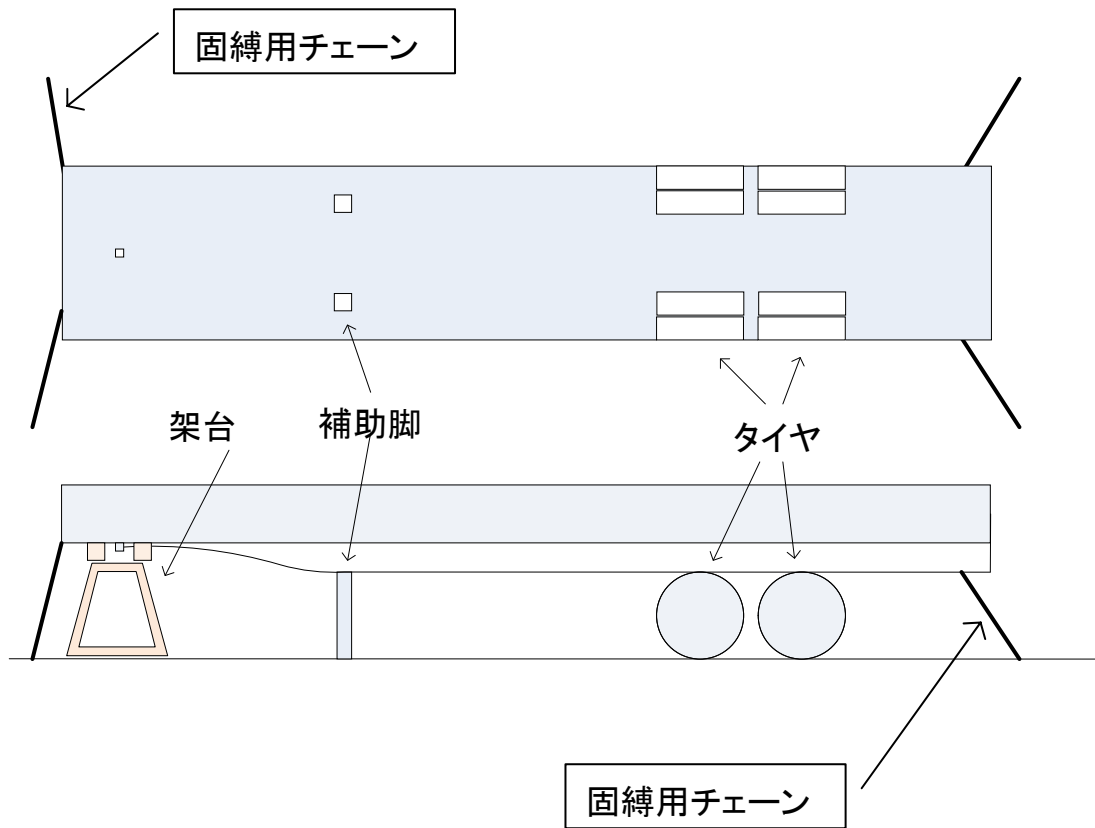
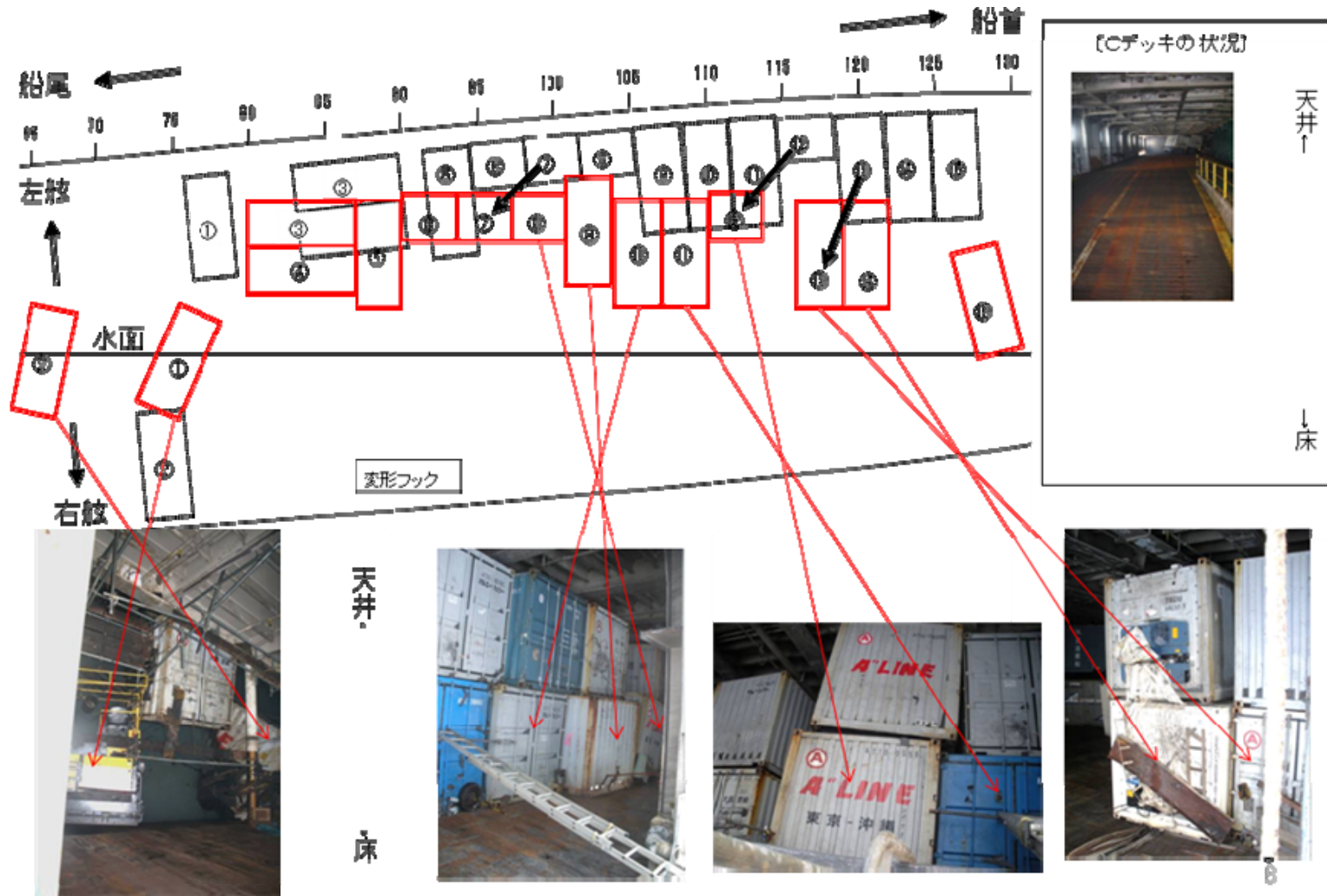
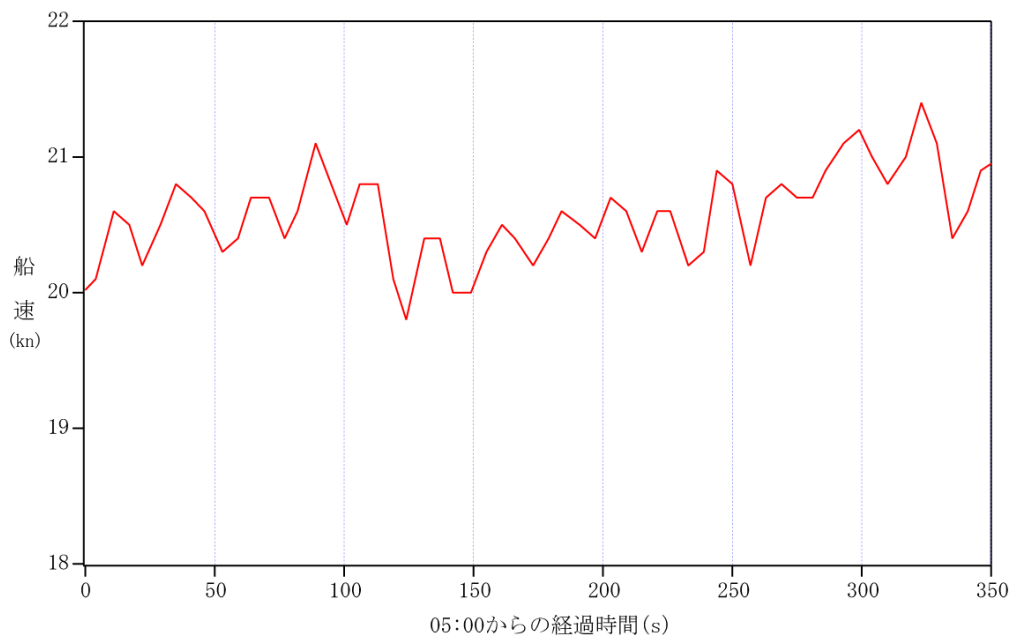
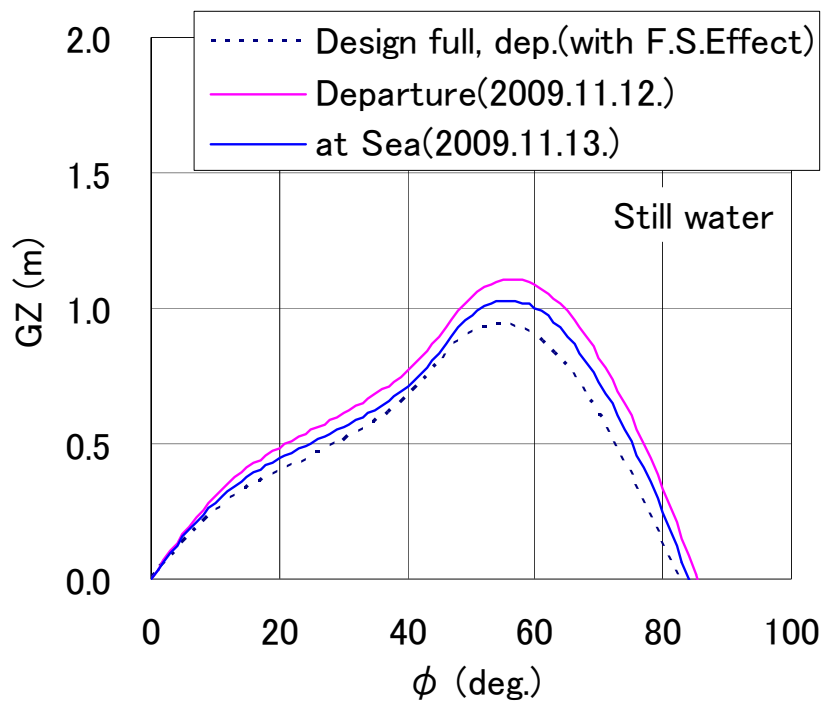
	WAVE (sec)/(m)		WIND (knots)			WAVE (sec)/(m)		WIND (knots)	
A	N	6/1.2	N	9	Q	ENE	4/1.5	ENE	21
B	E	8/2.4	NE	16	R	ENE	4/1.1	ENE	17
C	E	9/2.2	ESE	8	S	NE	10/3.9	ENE	25
D	NE	9/3.4	ENE	19	T	NE	9/2.8	E	22
E	ENE	9/4.1	NE	25	U	N	9/3.2	NE	13
F	NE	5/3.0	NE	26	V	N	9/2.4	E	19
G	ENE	6/3.5	ENE	34	W	N	8/2.2	ESE	22
H	E	9/4.2	E	31	X	E	4/1.4	E	18
I	ESE	10/2.1	NE	11	Y	NNW	6/0.8	E	8
J	E	9/3.2	NE	14	Z	WNW	3/0.4	WNW	8
K	SE	7/0.8	ENE	10					
L	ENE	9/3.5	NE	23					
M	ENE	9/2.4	E	20					
N	E	11/2.3	NNW	8					
O	NNE	11/2.6	ENE	8					
P	N	10/2.7	NNW	6					

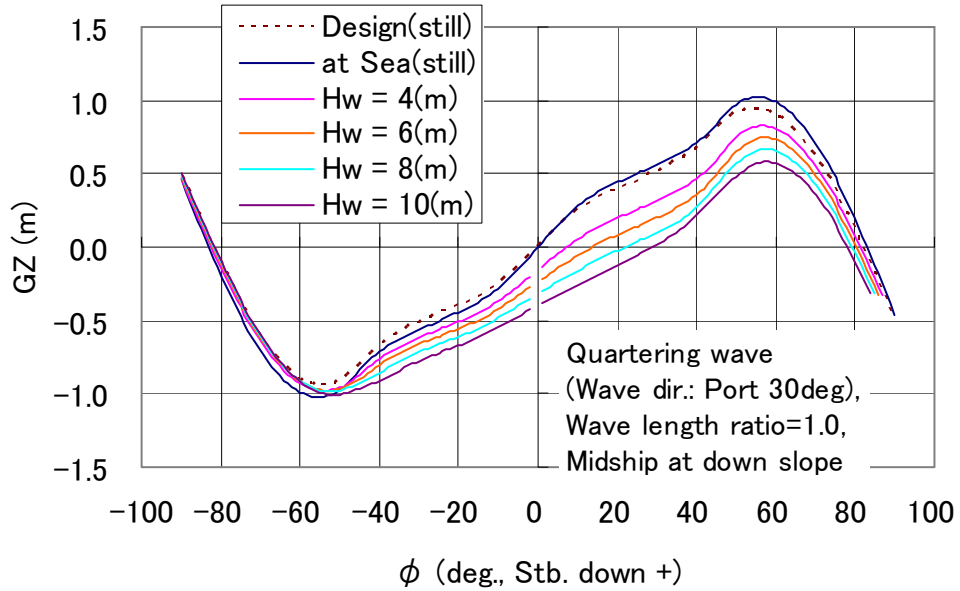
付図５　船首方位と対地針路

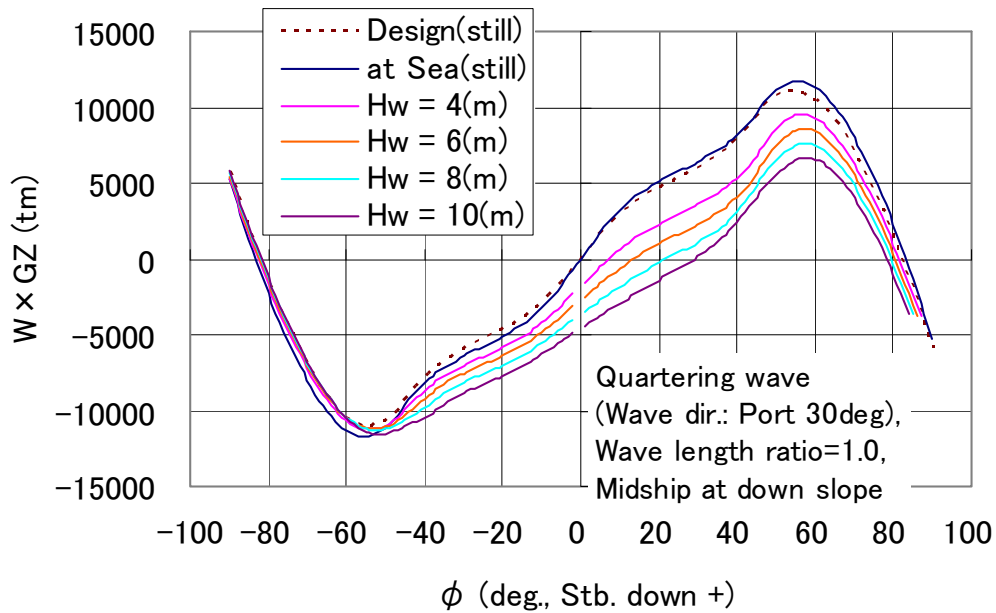
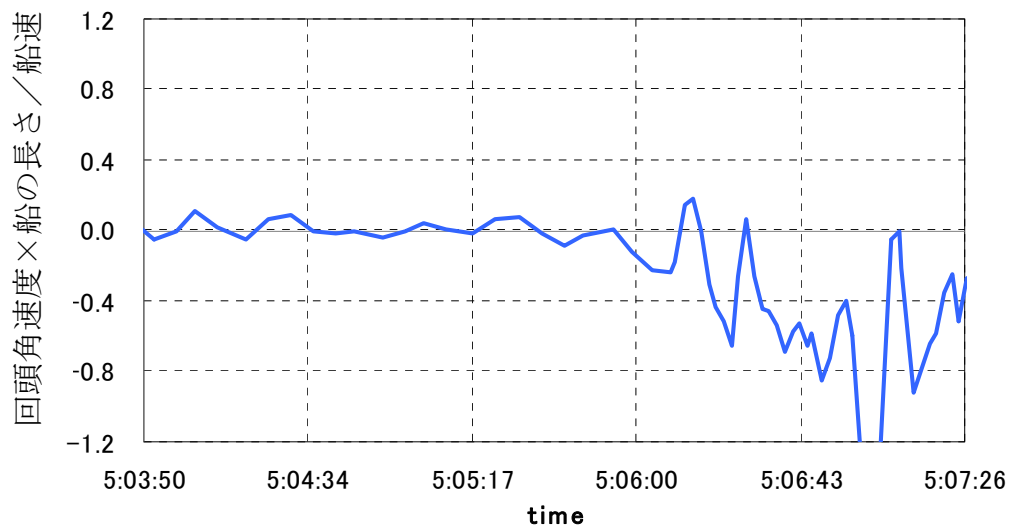
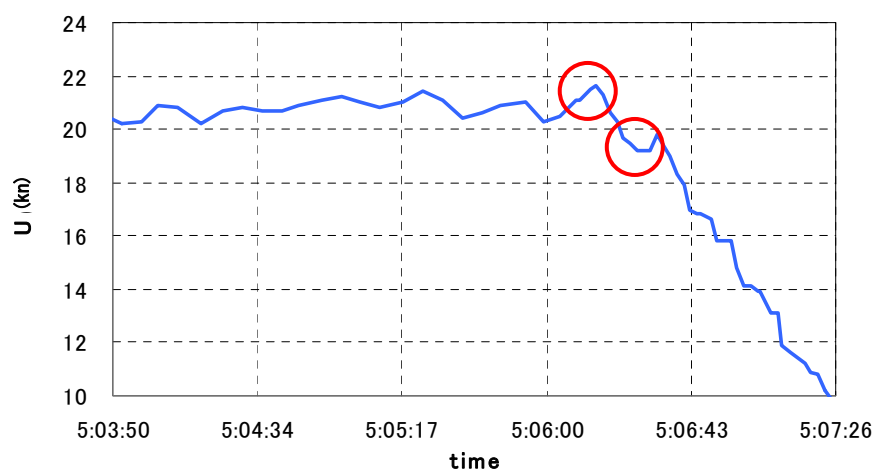
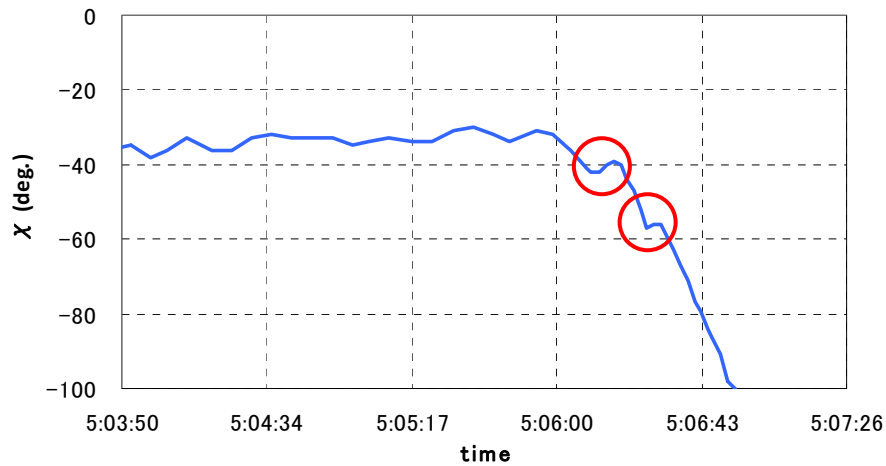
付図６　一般配置図

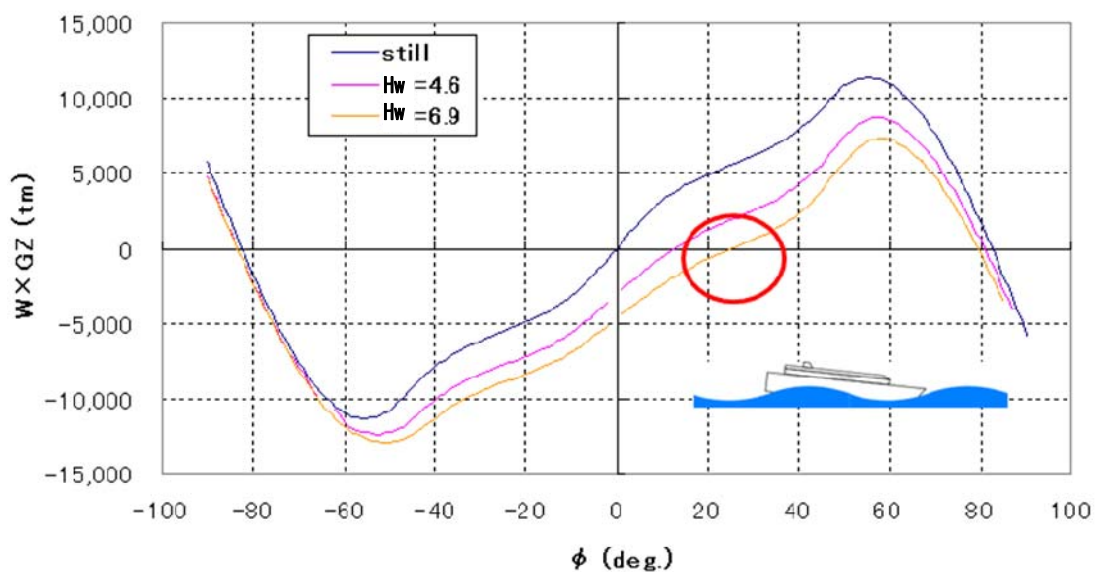
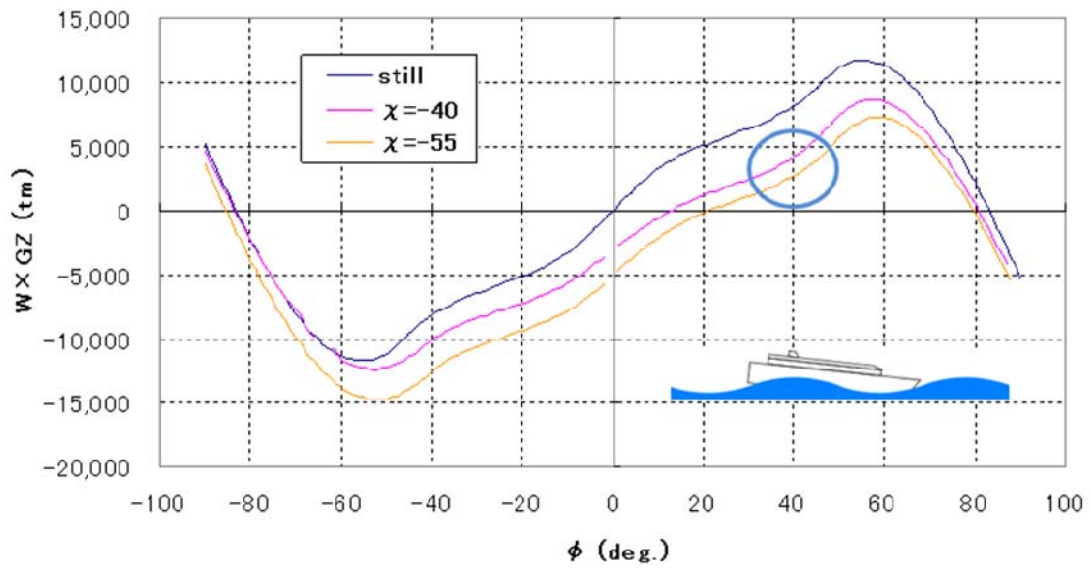
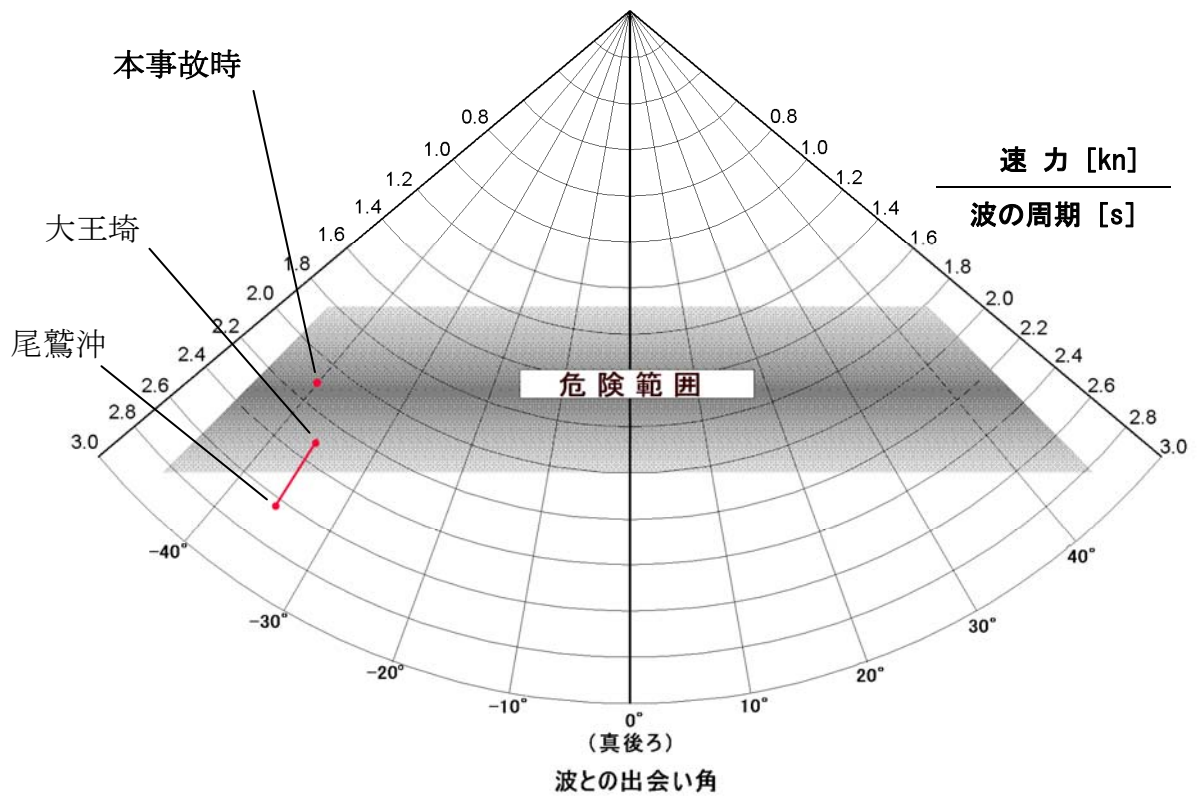
付図７　乗客の避難誘導経路

付図８　貨物の積付け概念図（Ｃ甲板）

付図９　貨物の積付け概念図（Ｄ甲板）

付図１０　固縛金物

フックとクローバーリーフ（突出型）の接点（45 度）

フックとクローバーリーフ（埋込型）の接点（45 度）

付図１１　固縛機材（その１）

付図１２　固縛機材（その２）

固縛用ベルト

付図１３　固縛機材（その３）

シャーシ用架台

車止め

付図１４　コンテナの固縛状態

付図１５　シャーシの固縛状態

付図１６　コンテナ及びシャーシの移動状態

付図１７　本事故発生直前の船速変化

付図１８　出港時及び本事故時の平水中復原力曲線

付図１９　本事故時の波浪中復原力曲線

（左斜め３０°追い波、波長船長比 1、船体中央：波の下り斜面）

付図２０　傾斜モーメントと傾斜角の関係

（左斜め３０°追い波、波長船長比１，船体中央：波の下り斜面）

付図２１　ＡＩＳ記録より求めた無次元回頭角速度

付図２２　ＡＩＳ記録より求めた船速

付図２３　ＡＩＳ記録及び気象協会推算値より求めた波との出会い角

χは波との出会い角を、－（マイナス）は左舷側をそれぞれ示す。

付図２４　第１波における傾斜モーメントと傾斜角

付図２５　第２波における傾斜モーメントと傾斜角

付図２６　高波高の追い波中における危険範囲

付表１　出港時の重量重心計算書

CONDITION	DEPARTURE CONDITION							
ITEM	LOAD (%)	WEIGHT (KT)	Mid-G (M)	MOMENT (KT-M)	KG (M)	MOMENT (KT-M)	IXSF (M4)	ρ
DEADWEIGHT CONSTANT		37.52			5.17	193.98		0
PROVISION		5.00			23.74	118.70		0
CARGO;-								
Crews (A DECK)		2.52			25.13	63.33		
PASSENGER (B DECK)		0.84			22.35	18.77		
FAMILY CAR (B DECK)		8.29			22.02	182.44		
FAMILY CAR (C DECK)		3.60			17.55	63.18		
FAMILY CAR (E DECK)		25.00			8.48	212.00		
大型車 (C DECK)		30.85			18.59	573.50		
大型車 (D DECK)		161.27			14.10	2273.91		
シャーシー　(C DECK)		948.66			18.59	17635.63		
シャーシー　(D DK&SLOP W.)		59.10			14.10	833.31		
コンテナ　(D DECK)		1086.23			12.53	13610.50		
Others(A deck)		0.70			25.13	17.59		
Others(B deck)		7.50			22.35	167.63		
Others(C deck)		18.20			13.95	253.89		
Others(D deck)		37.20			11.80	438.96		
Others(甲板部置きタンク等)		13.90			12.70	176.53		
SUB TOTAL		2403.86			15.19	36521.16		
BALLAST;-								
F.P.T(B.W.). (C)					8.59	0.00		
NO.1 B.W.T. (C)	47	200.00			3.07	614.00	317.00	1.025
NO.2 B.W.T. (C)					3.15	0.00		
NO.3 B.W.T. (C)					1.01	0.00		
NO.4 B.W.T. (C)	100	156.21			0.97	151.52		
NO.5 B.W.T. (C)	100	282.89			0.92	260.26		
NO.6 B.W.T. (C)					0.85	0.00		
NO.7 B.W.T. (C)					4.70	0.00		
A.P.T(B.W.). (C)					7.86	0.00		
NO.1 HEEL..T.(P&S)	50	240.00			3.52	844.80	190.00	1.025
NO.2 HEEL..T.(P&S)	50	240.00			3.27	784.80	165.00	1.025
SUB TOTAL		1119.10			2.37	2655.38	672.00	
FUEL OIL;-								
NO.1 F.O.T.(C-OIL) (P)		107.70	1.13		3.26	351.10	66.70	0.95
NO.1 F.O.T.(C-OIL) (S)		103.28	1.13		3.21	331.53	65.90	0.95
NO.2 F.O.T.(C-OIL) (P)		107.02	27.18		3.07	358.52	10.50	0.95
NO.2 F.O.T.(C-OIL) (S)		125.22	27.50		3.19	428.25	85.80	0.95
NO.3 F.O.T.(A-OIL) (P)		27.40	37.64		0.29	9.59	88.90	0.87
NO.3 F.O.T.(A-OIL) (S)		25.07	37.84		0.26	7.77	76.70	0.87
L.O.及びothers.T		99.85			2.94	293.11	285.90	
SUB TOTAL		595.54	0.00		2.90	1779.87	680.40	
FRESH WATER;-								
NO.1 F.W.T. (P)		65.00	-34.38		2.90	188.50	49.00	1
NO.1 F.W.T. (S)		65.00	-34.38		2.90	188.50	49.00	1
NO.2 F.W.T. (P)		97.26	14.58		0.86	83.64		1
NO.2 F.W.T. (S)		97.26	14.58		0.86	83.64		1
SUB TOTAL		324.52	0.00		1.68	544.29	98.00	1
DEAD WEIGHT		4485.54	0.00	0.00	9.32	41813.38		
LIGHT WEIGHT		7044.81	11.14	78484.70	10.43	73477.37		
DISPLACEMENT		11530.35	6.81	78484.70	10.00	115290.75	1450.40	

CORRESP.DRAFT (M)		6.31	MID.G	6.81	T.KM	12.00
DRAFT	FORE (M)	5.21	MID.B	5.96	K G	10.00
	AFT (M)	7.20	H.BG	0.85	G M	2.00
	MEAN (M)	6.20	MID.F	12.72	GGo	0.13
TRIM (M)		1.99	M.T.C.	236.57	GoM	1.87
PROP.IMMERS. (%)			T.P.C	27.13		

付表２　本事故時の重量重心計算書

CONDITION	AT SEA CONDITION							
ITEM	LOAD (%)	WEIGHT (KT)	Mid-G (M)	MOMENT (KT-M)	KG (M)	MOMENT (KT-M)	IXSF (M4)	ρ
DEADWEIGHT CONSTANT		37.52			5.17	193.98		0
PROVISION		5.00			23.74	118.70		0
CARGO;-								
Crews (A DECK)		2.52			25.13	63.33		
PASSENGER (B DECK)		0.84			22.35	18.77		
FAMILY CAR (B DECK)		8.29			22.02	182.44		
FAMILY CAR (C DECK)		3.60			17.55	63.18		
FAMILY CAR (E DECK)		25.00			8.48	212.00		
大型車 (C DECK)		30.85			18.59	573.50		
大型車 (D DECK)		161.27			14.10	2273.91		
シャーシー　(C DECK)		948.66			18.59	17635.63		
シャーシー　(D DK&SLOP W.)		59.10			14.10	833.31		
コンテナ　(D DECK)		1086.23			12.53	13610.50		
Others(A deck)		0.70			25.13	17.59		
Others(B deck)		7.50			22.35	167.63		
Others(C deck)		18.20			13.95	253.89		
Others(D deck)		37.20			11.80	438.96		
Others(甲板部置きタンク等)		13.90			12.70	176.53		
SUB TOTAL		2403.86			15.19	36521.16		
BALLAST;-								
F.P.T(B.W.). （C）					8.59	0.00		
NO.1 B.W.T. （C）	47	200.00			3.07	614.00	317.00	1.025
NO.2 B.W.T. （C）					3.15	0.00		
NO.3 B.W.T. （C）					1.01	0.00		
NO.4 B.W.T. （C）	100	156.21			0.97	151.52		
NO.5 B.W.T. （C）	100	282.89			0.92	260.26		
NO.6 B.W.T. （C）					0.85	0.00		
NO.7 B.W.T. （C）					4.70	0.00		
A.P.T(B.W.). （C）					7.86	0.00		
NO.1 HEEL..T.(P&S)	50	240.00			3.52	844.80	190.00	1.025
NO.2 HEEL..T.(P&S)	50	240.00			3.27	784.80	165.00	1.025
SUB TOTAL		1119.10			2.37	2655.38	672.00	
FUEL OIL;-								
NO.1 F.O.T.(C-OIL) (P)		107.70	1.13		3.26	351.10	66.70	0.95
NO.1 F.O.T.(C-OIL) (S)		103.28	1.13		3.21	331.53	65.90	0.95
NO.2 F.O.T.(C-OIL) (P)		94.05	27.18		3.07	288.73	10.80	0.95
NO.2 F.O.T.(C-OIL) (S)		111.15	27.50		3.19	354.57	83.10	0.95
NO.3 F.O.T.(A-OIL) (P)		24.36	37.64		0.29	7.06	80.30	0.87
NO.3 F.O.T.(A-OIL) (S)		21.75	37.84		0.26	5.66	70.70	0.87
L.O.及びothers.T		99.85			2.94	293.11	285.90	
SUB TOTAL		562.14	0.00		2.90	1631.76	663.40	
FRESH WATER;-								
NO.1 F.W.T. (P)		60.00	-34.38		2.78	166.80	44.90	1
NO.1 F.W.T. (S)		60.00	-34.38		2.78	166.80	44.90	1
NO.2 F.W.T. (P)		97.26	14.58		0.80	77.81		1
NO.2 F.W.T. (S)		97.26	14.58		0.80	77.81		1
SUB TOTAL		314.52	0.00		1.56	489.22	89.80	1
DEAD WEIGHT		4442.14	0.00	0.00	9.37	41610.20		
LIGHT WEIGHT		7044.81	11.14	78484.70	10.43	73477.37		
DISPLACEMENT		11486.95	6.83	78484.70	10.02	115087.57	1425.20	

CORRESP.DRAFT (M)		6.30	MID.G	6.83	T.KM	11.94
DRAFT	FORE (M)	5.42	MID.B	5.95	K G	10.02
	AFT (M)	7.10	H.BG	0.88	G M	1.92
	MEAN (M)	6.26	MID.F	12.68	GGo	0.12
TRIM (M)		1.68	M.T.C.	236.10	GoM	1.80
PROP.IMMERS. (%)			T.P.C	27.08		

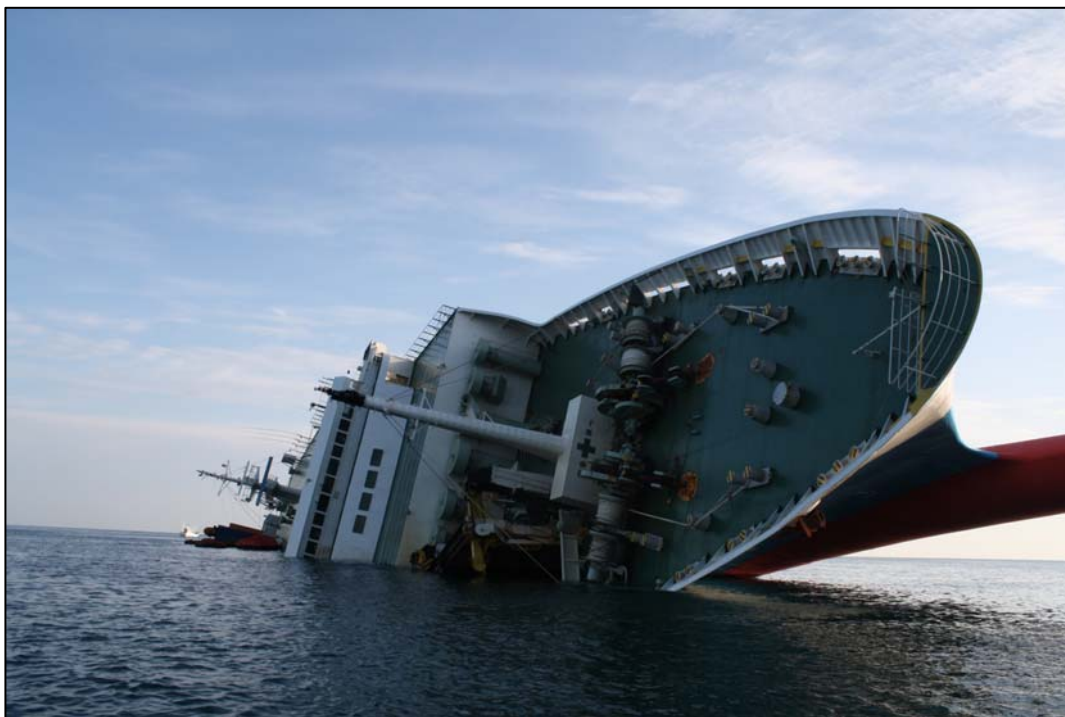
写真１　座礁して横倒し状態となった本船（船橋付近）

撮影日　平成２１年１１月１５日

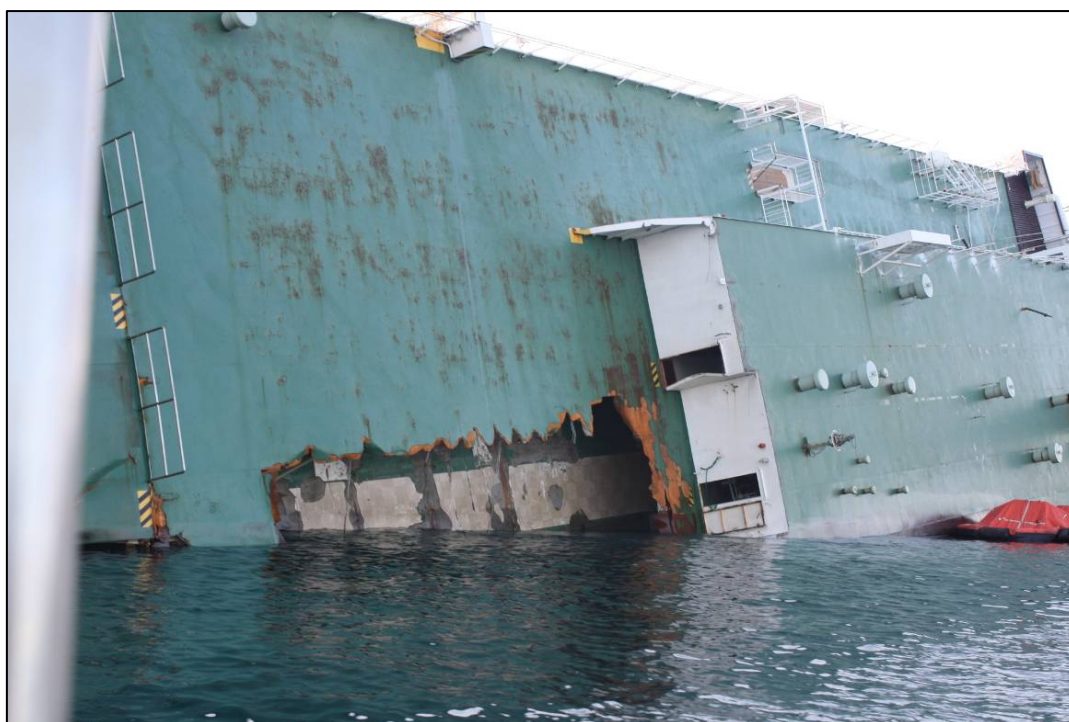
写真２　座礁して横倒し状態となった本船
（船体中央部Ａ甲板）

撮影日　平成２１年１１月１５日

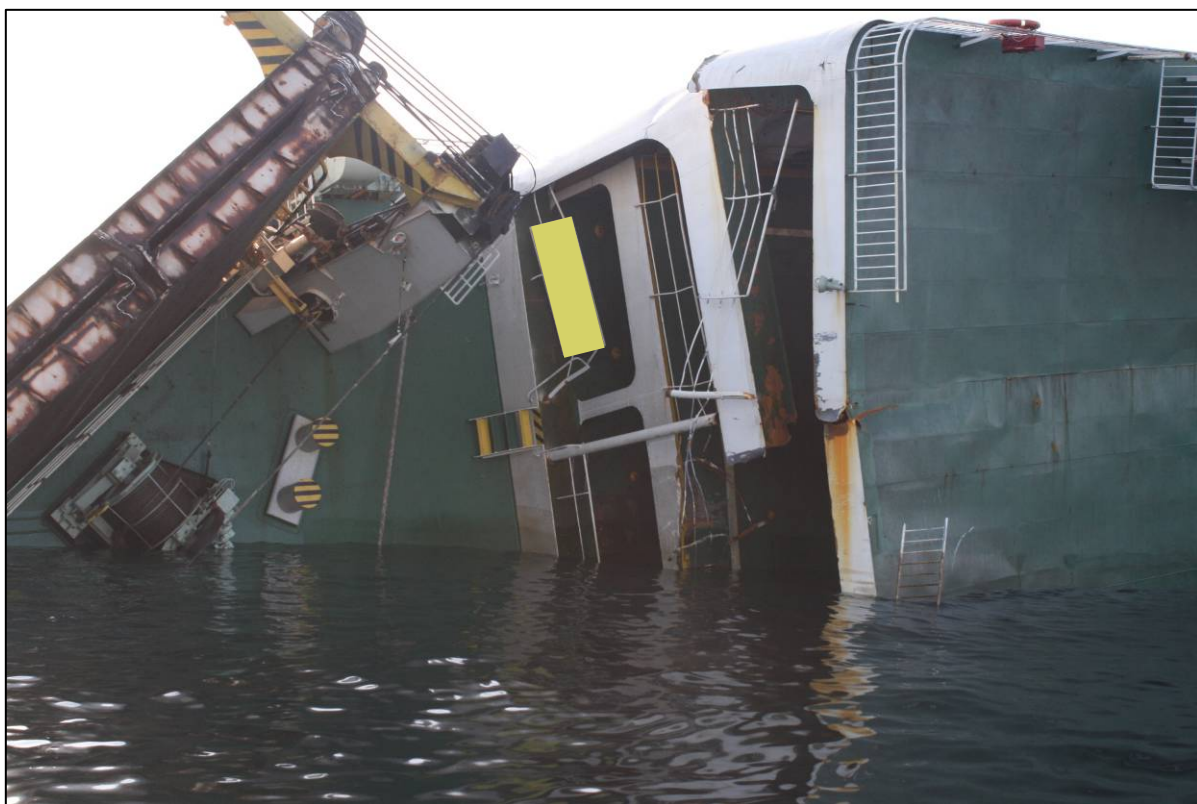
写真３　座礁して横倒し状態となった本船（船尾付近）

撮影日　平成２１年１１月１５日

写真４　コンテナの固縛状態

写真５　シャーシの固縛状態（６点取り）

写真６　トラックの固縛状態

写真７　クローバリーフにかけた
　　　　固縛用チェーン

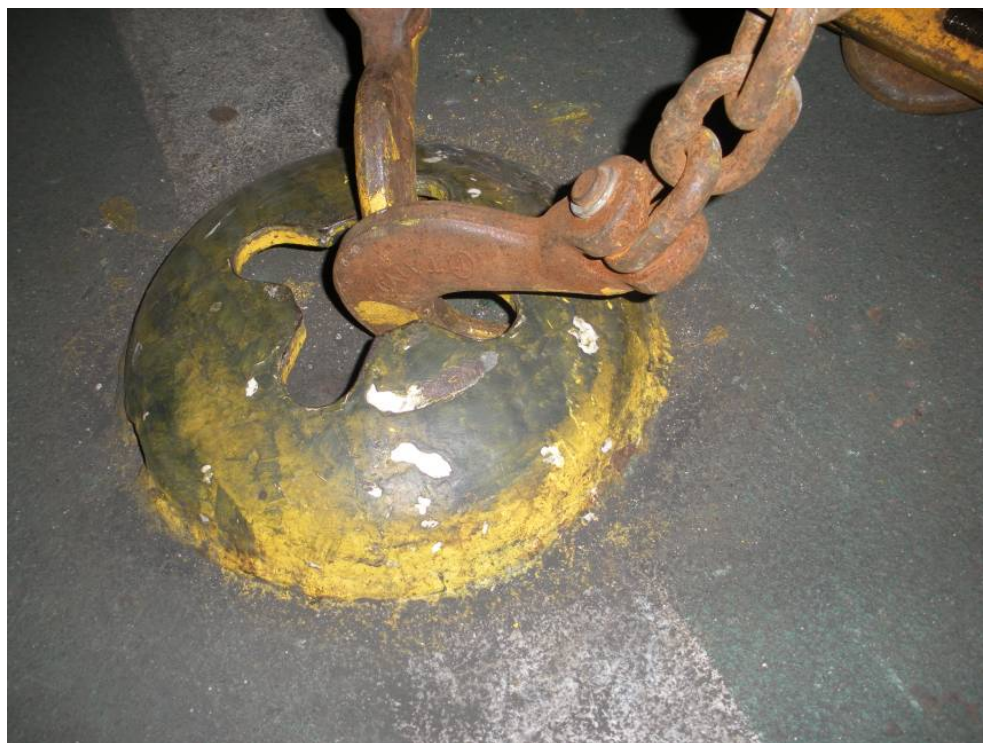



写真８　シャーシの車体裏の部材にかけた
　　　　固縛用チェーン

写真９　固縛用チェーンのフックが
ねじれた状態

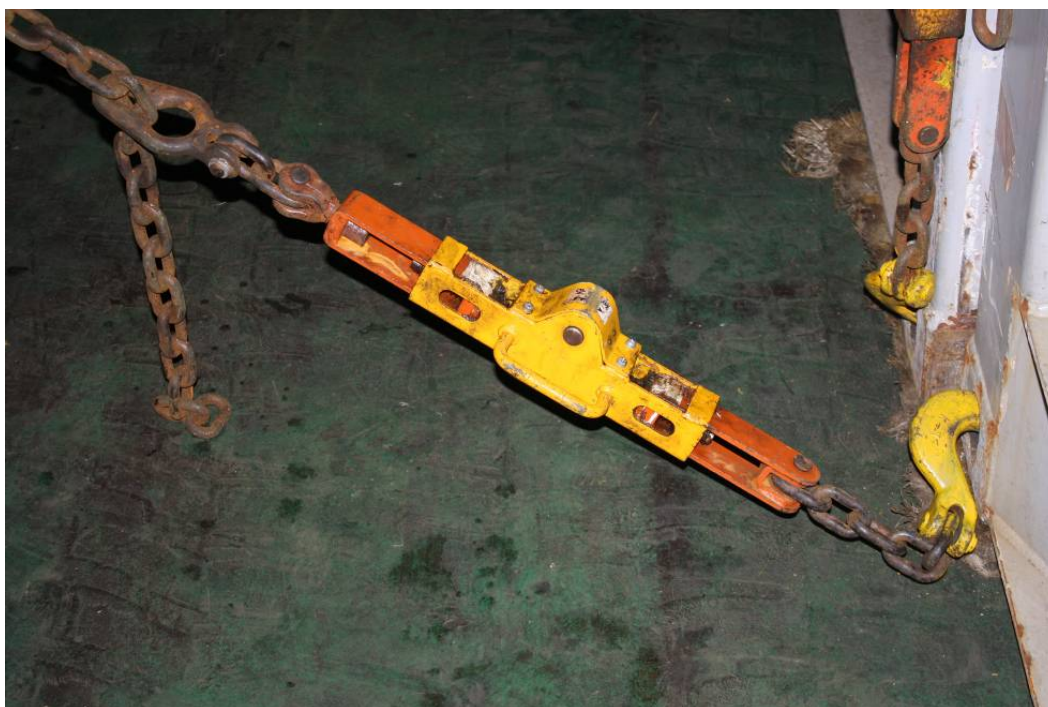



写真１０　変形したサブチェーンのフック

別添１　本事故発生に至る要因